IV-6.750

CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Ing. O. Berbecel, ing. M. Stancu, N. Ciovică, V. Jianu,
ing. St. Apetroaei, ing. Elena Socor, Iulia Rogodjan,
Maria Eftimescu

Coordonatori: Ing. O. Berbecel și ing. M. Stancu

Editura „Ceres"

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Agrometeorologie

208383
B.C.U. - IASI

BCUIASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

București

Au mai colaborat: Ecaterina Gogorici, A. Doneaud, Cornelia Iliescu, V. Roșca, N. Ghițescu

I. 20424
Bibliotecă de Geologie-Geografie
T. IV-6750.

Coperta și supracoperta: STOIAN EUGEN

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Capitolul

I

Factorii meteorologici și importanța lor în agricultură

Atmosfera

Oceanul gazos al atmosferei care înconjură globul pămîntesc are o grosime de aproximativ 2 500 km, însă masa atmosferei este de un milion de ori mai mică decît masa globului pămîntesc. Chiar lîngă sol, densitatea atmosferei este de aproximativ 800 de ori mai mică, decît densitatea apei și scade cu înălțimea. De aceea, jumătate din toată masa atmosferei se găsește între sol și altitudinea de 5 km; pînă la nivelul de 10 km se găsesc 2/3, iar pînă la cel de 20 km, 9/10 din masa atmosferei. La înălțimea de 300 de km densitatea aerului este de 100 000 de ori mai mică decît lîngă sol. Atmosfera nu are o graniță superioară bine precizată.

În atmosferă se produc fenomene și procese fizice care determină vremea și care creează clima. La aceste procese participă și suprafața pămîntului (solul cu stratul vegetativ și bazinele de apă). Între suprafața pămîntului și atmosferă se petrec schimburi de căldură. De pe suprafața terestră se evaporă apa, iar produsul de condensare ce se formează în atmosferă cade înapoi sub formă de precipitații solide sau lichide.

Sursa cea mai importantă de energie a tuturor proceselor atmosferice este radiația solară. Pe suprafața pămîntului și în atmosferă radiația solară se transformă în căldură. Aceasta, la rîndul ei, se poate transforma în energie electrică, mecanică, chimică (în procesul de fotosinteză).

Compoziția atmosferei

Atmosfera este un amestec de gaze în care se găsesc și diferite particule lichide și solide a căror masă totală este mică în comparație cu masa totală a atmosferei.

Gazele în proporții mari și constante din aerul atmosferic sînt azotul și oxigenul.

În aerul uscat și curat, din straturile inferioare ale atmosferei, 78% reprezintă azotul și 21% oxigenul, iar din celelalte gaze argonul se găsește în proporție de 0,93%, CO_2 0,03%, iar heliul, criptonul, neonul, xenonul etc. reprezintă numai 0,01%.

În stratul de 80—100 km componența aerului se schimbă foarte puțin cu înălțimea, însă începînd de la această înălțime se observă descompunerea moleculelor de oxigen în atomi, sub influența radiației ultraviolete și corpusculare ale soarelui. Se presupune că mai sus de 120—150 km tot oxigenul se găsește în stare atomică. Mai sus de această înălțime se descompune și azotul în atomi. La înălțimi mai mari de 1 000 km în componența aerului predomină gazele ușoare: heliu, hidrogen etc.

Aerul din straturile inferioare ale atmosferei are în componența sa apă în stare gazoasă.

Conținutul atmosferei în vapori de apă este variabil, în spațiu și în timp.

Conținutul în procente ale vaporilor de apă, în raport cu celelalte gaze, variază lîngă sol de la 0,1% pînă la 4%. În medie, vaporii de apă la latitudini polare ajung la aproximativ 0,2%, iar în cele tropicale la 2,5%.

Densitatea vaporilor de apă se micșorează cu înălțimea, mai repede decît densitatea celorlalte gaze. La înălțimea de 1,5—2 km densitatea vaporilor de apă este de două ori mai mică decît lîngă sol. La înălțimi mai mari de 10—15 km rămîn numai urme slabe de vapori de apă.

Existența vaporilor de apă în atmosferă are o importanță foarte mare pentru vremea și clima de pe pămînt. De condensarea vaporilor de apă din atmosferă sînt legate fenomene atmosferice ca: formarea norilor și căderea precipitațiilor, orajele, ceața etc.

Bioxidul de carbon din aer se găsește în cantitate foarte mică, în medie 0,03%, concentrația sa fiind variabilă și depinzînd de procesele de respirație ale organismelor vii, ale arderilor etc. De aceea în aerul centrelor industriale și în încăperi neaerisite conținutul lui crește brusc. Plantele absorb CO_2 și ajută astfel la reducerea concentrației acestui gaz din aer.

Un rol important în atmosferă îl are ozonul. În apropierea suprafeței pămîntului se găsește foarte puțin, însă în stratul cuprins între 2,5 și 3,5 km înălțime, conținutul de ozon din atmosferă crește considerabil. Ozonul se formează din oxigen în urma reacțiilor fotochimice sub influența radiațiilor ultraviolete ale soarelui. Deși în cantitate așa de mică, ozonul are totuși o importanță mare pentru menținerea vieții pe pămînt, deoarece absoarbe o mare parte din radiațiile ultraviolete ale soarelui, apărînd astfel organismele vii de efectele nocive ale acestora. În orașele mari și centrele industriale, în cazuri de incendii de

păduri, erupții ale vulcanelor etc. pătrund în aerul atmosferei diferite adaosuri de gaze, oxizi de sulf, carbon și azot, amoniac etc. care îl poluează.

Deși aceste gaze se găsesc în cantitate mică, ele sînt nocive și în unele cazuri depășesc chiar limitele sanitare. La acestea se adaugă și amestecul de gaze eliminat de autovehicule a căror număr este în continuă creștere (gazele de eșapament).

În afară de gaze, în componența aerului atmosferic intră și particule lichide și solide.

Dimensiunile particulelor solide (praf, fum, sare marină, microorganisme, praful cosmic etc.) sînt foarte mici, de ordinul zecimilor și sutimilor de microni.

În atmosferă se mai găsesc picături de apă și cristale de gheață care sînt produse de condensare și respectiv sublimare și care formează în atmosferă pîcla, norii, ceața etc.

Cantitatea de praf, fum, funingine din aerul orașelor mari atinge cîteva sute de mii de particule pe cm^3, scăzînd treptat pe măsura îndepărtării de orașe și în înălțime. Numărul bacteriilor în aerul marilor orașe este de mii și zeci de mii pe m^3, spre deosebire de părțile centrale ale oceanelor unde ele nu depășesc cîteva unități pe m^3.

Mari cantități de praf, fum și cenușă pătrund în atmosferă în timpul erupțiilor vulcanice, răspîndindu-se în straturile superioare ale atmosferei unde pot rămîne timp îndelungat (ani de zile).

Praful provenit din zonele de stepă și deșerturi poate fi transportat de curenții de aer la distanțe mari de locul de origine.

Difuzînd și absorbind lumina solară, praful atmosferic accentuează uneori culoarea roșie a amurgului.

Densitatea aerului și presiunea atmosferică

Parametrii fizici principali ai aerului sînt: presiunea, temperatura și densitatea. Densitatea aerului variază direct proporțional cu presiunea și invers proporțional cu temperatura.

Din fizică este cunoscut că pentru așa-numita stare ideală a gazului corelația între presiune, temperatură și densitate se exprimă prin ecuația stări gazelor sau ecuația lui K l a p e i r o n

$$p = \rho RT$$

în care:

p este presiunea aerului;
T — temperatura absolută (0°K = 273° C);
ρ — densitatea gazului;
R — un coeficient numit constanta gazelor.

Această ecuație poate fi utilizată pentru aerul uscat, vapori de apă și aer umed, însă constanta gazelor *(R)* trebuie să fie diferită: cu cît greutatea moleculară a gazelor este mai mică, cu atît scade densitatea în aceeași condiție de presiune și temperatură.

Densitatea aerului poate fi calculată cu ajutorul ecuației stării gazelor, cunoscînd valorile constantei gazelor și a presiunii și temperaturii din măsurători directe.

Presiunea atmosferică este forța cu care aerul apasă pe unitatea de suprafață. În fiecare punct al atmosferei există o anumită valoare a presiunii.

La suprafața terestră (mai concret la nivelul mării) presiunea atmosferică medie depășește puțin 1 kg/cm² *. Presiunea medie la nivelul mării depășește puțin 1 000 mb. Presiunea coloanei de mercur cu înălțime de 750 mm este aproximativ echivalentă cu 1 000 mb.

Presiunea aerului se măsoară de obicei cu barometrul cu mercur, aparat realizat pentru prima oară de T o r i c e l l i, în sec. al XVII-lea.

Presiunea coloanei de mercur din barometru poate fi exprimată prin înălțimea mercurului. Dacă considerăm densitatea mercurului constantă, presiunea coloanei de mercur este direct proporțională cu înălțimea lui. Densitatea mercurului se schimbă cu temperatura: pentru aceasta se folosește o corecție specială. Presiunea atmosferică se exprimă în mm coloană de mercur. Pentru transformarea din mm în mbari, se înmulțește valoarea presiunii în mm cu 4/3.

De exp.:

$$736 \text{ mm} = 736 \times 4 : 3 = 981{,}3 \text{ mb}$$

Presiunea atmosferică se mai măsoară și cu barometrul aneroid a cărui parte receptivă este formată din cutii metalice cu aer rarefiat.

Procesele adiabatice din atmosferă

De mare importanță este faptul că temperatura aerului poate varia fără schimb de căldură cu mediul extern (adică cu aerul înconjurător și suprafața terestră).

Asemenea variații ale temperaturii gazului, care se fac fără pierdere sau cîștig de căldură, se numesc adiabatice. În cazul contractării aerului o dată cu creșterea presiunii crește și temperatura și invers, paralel cu dilatarea scade presiunea și temperatura. Variațiile de temperatură sînt determinate de creșterea energiei interne a aerului folosită pentru contractarea sau dilatarea lui.

Legătură între presiune și temperatură, în procesul adiabatic în aerul uscat sau nesaturat, se exprimă prin ecuația lui P o i s s o n :

$$\frac{T}{T_0} = \left(\frac{p}{p^\circ}\,\frac{AR}{C_p}\right) = \left(\frac{p}{p_0}\right) 0{,}288$$

---

* În meteorologie pentru determinarea presiunii se utilizează unitatea, numită milibar (1 milibar = 1 000 dyn/cm²).

Biblioteca Colegiului Geografie

în care:

T_0 și T reprezintă temperatura la începutul și la sfîrșitul procesului;
p_0 și p — presiunea la începutul și sfîrșitul procesului;
R — constanta gazelor;
C_p — căldura specifică la presiunea constantă și
A — echivalentul termic, adică coeficientul pentru transformarea din unități mecanice în unități termice.

Datorită încălzirii inegale a suprafeței terestre, în locurile unde încălzirea este puternică, aerul capătă o mișcare ascensională. Particulele de aer se ridică pînă la un anumit nivel, unde capătă o mișcare cvaziorizontală, îndepărtîndu-se din zona de urcare. În acest fel presiunea aerului la sol va scădea treptat. În cazul descenedenței care este generată de un proces de răcire la sol, presiunea va crește datorită acumulării aerului în coloană.

În aerul uscat, nesaturat, temperatura în cazul circulației ascendente, scade pînă la 1°C la 100 m, iar la o circulație descendentă crește cu aproximativ aceeași valoare.

În aerul umed în cazul circulației ascendente, o dată cu scăderea adiabatică a temperaturii, are loc condensarea vaporilor de apă care este urmată de degajarea căldurii. De aceea scăderea temperaturii într-o circulație ascendentă a aerului umed este mai mică decît în aerul nesaturat, cu aproximativ 0,6°C la 100 m. Această valoare este cu atît mai certă cu cît aerul este mai rece, adică cu cît conține o cantitate mai mică de vapori de apă, cu atît este mai mare această scădere. La temperaturi foarte scăzute ea se apropie de 1°C la 100 m.

Scăderea temeperaturii în aerul ascendent duce la starea de saturație și reprezintă cauza principală a condensării vaporilor de apă din atmosferă. Marea majoritate a norilor se formează tocmai datorită răcirii adiabatice a aerului ascendent.

Turbulența în atmosferă

Una din particularitățile importante ale atmosferei este turbulența curenților de aer.

Circulația aerului într-un curent atmosferic are o direcție generală bine definită. În același timp însă în aer apar turbioane atmosferice de mărimi diferite datorită cărora unele cantități de aer dintr-un curent (elementele turbulenței) au o mișcare dezordonată. Caracterul circulației turbulente a aerului se poate observa în mișcarea fulgilor de zăpadă pe timp vîntos.

Turbulența în aer se produce întotdeauna și depinde de viteza straturilor vecine. Asupra turbulenței influențează de asemenea distribuția temperaturii

atmosferei pe verticală. Cu cît mai repede scade temperatura în înălțime cu atît este mai puternică turbulența.

Turbulența este un mecanism puternic de amestec al diferitelor straturi de aer. Deplasarea maselor de aer se face de mii de ori mai repede, decît în difuzia moleculară.

Turbulența are un rol hotărîtor în procesul de transmitere al călduri în atmosferă: conductibilitatea turbulentă este de o mie de ori mai mare decît cea moleculară. Amestecul aerului în procesul turbulenței contribuie la difuzarea rapidă a vaporilor de apă de la suprafața pămîntului în sus.

Structura atmosferei

Atmosfera se împarte în cîteva straturi după distribuția pe verticală a temperaturii (fig. 1).

Stratul inferior principal — *troposfera* — începe de la suprafața terestră, limita superioară se găsește la 9—11 km la latitudini moderate și spre poli și la 15—17 km la tropice și ecuator. Granița superioară a troposferei se numește tropopauză.

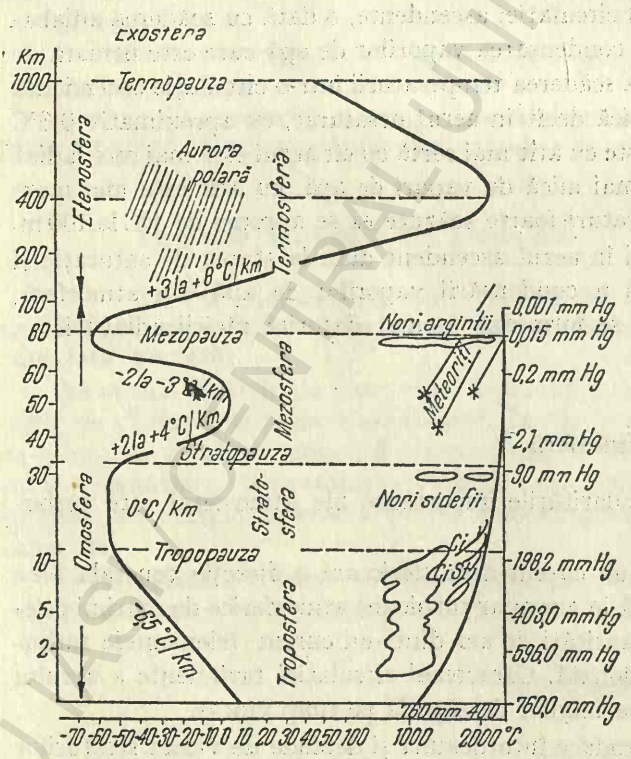


Fig. 1 — Structura verticală a atmosferei

Temperatura aerului în troposferă scade cu înălțimea în medie cu 0,6°C pe 100 m. De aceea, în părțile superioare ale troposferei, vara, temperaturile sînt mult inferioare lui 0°C. Temperatura medie anuală este — 70°C deasupra ecuatorului și — 50°C deasupra polilor.

Scăderea temperaturii cu înălțimea creează în troposferă condiții favorabile pentru dezvoltarea convecției, adică a curenților de aer ascendenți.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Deasupra troposferei pînă la 50—60 km înălțime se găsește *stratosfera*. Acest strat se caracterizează prin faptul că temperatura lui la început aproape nu se schimbă și apoi crește cu înălțimea pînă la cîteva zeci de grade peste 0°C. Convecția în acest strat este imposibilă, iar turbulența este aproape inexistentă. Temperaturile ridicate ale stratosferei se datoresc proceselor de absorbție ale ozonului.

Straturile de aer de deasupra stratosferei (de la 50—60 pînă la 80—85 km) formează *mezosfera*. În mezosferă temperatura aerului ca și în troposferă, scade cu înălțimea.

Deasupra mezosferei pînă la 1 000 km se găsesc straturile ionosferei. *Ionosfera* este numită și termosferă avînd în vedere temperatura ridicată a aerului (cîteva sute de grade peste 0°C). Aerul este foarte rarefiat, presiunea la limita inferioară a ionosferei este de 200 de ori mai mică decît la suprafața pămîntului. Troposfera, stratosfera și mezosfera împreună cuprind 99,5% din toată masa atmosferei și numai 0,5% revine ionosferei și straturilor mai înalte.

O însușire principală a ionosferei este puternica ionizare. Aerul conține o mare cantitate de particule (ioni) încărcate cu electricitate pozitivă sau negativă. Acestea sînt molecule și atomi de oxigen și azot și electroni liberi. La înălțimi de 100—120 km, conținutul ionilor este de $10^{10}/m^3$ (adică infinit mai mult decît la suprafața pămîntului). La 200—400 km se găsesc cîteva milioane de electroni liberi pe 1 cm^3. În ionosferă se observă aureole boreale și luminiscența permanentă a aerului care creează culoarea albăstruie a cerului în impul nopții.

De la înălțimea de 1 000 km începe *exosfera*. Din aceste straturi superioare moleculele unor gaze mai ușoare (hidrogen și heliu) se desprind și se împrăștie în spațiul cosmic.

O importanță deosebită pentru viața pe Pămînt o au procesele atmosferice din troposfera inferioară unde se desfășoară activitatea omenească, procesele biologice etc.

Schimbul de căldură și umiditate între suprafața terestră și troposferă, formarea norilor și căderea precipitațiilor, curenții de aer etc. duc la variații neperiodice ale timpului.

Radiația solară

Energia primită de la Soare se numește energie radiantă. Radiațiile solare reprezintă principala sursă energetică a dezvoltării proceselor geofizice și biologice din natură.

În drum spre Pămînt, aceste radiații sînt parțial absorbite de particulele componente ale atmosferei, parțial reflectate de către moleculele de aer și transformate în radiații difuze și numai o mică parte ajung la sol, sub forma radiațiilor directe.

Energia razelor solare este transformată în căldură sau consumată în diverse procese fizice sau biologice. Astfel, energia luminoasă cuprinsă în razele solare este folosită în parte în procesele de fotosinteză. Importanța acestui factor se poate aprecia, dacă se are în vedere că fotosinteza este punctul central al nutriției plantelor verzi. În consecință, nivelul producției vegetale este strîns legat și de fluxul radiației solare.

Rolul luminii în viața plantelor. Procesul de asimilare al bioxidului de carbon (CO_2) de către plante se desfășoară numai în lumină. Deci, lumina constituie un factor de vegetație, prin care energia solară se integrează în plantă sub formă de energie potențială sau energie acumulată în substanță organică.

Din cantitatea totală de energie solară care pătrunde în învelișul vegetal, plantele nu folosesc mai mult de 3—5%. De asemenea, nu toate razele care compun spectrul solar au aceeași intensitate. Intensitatea cea mai mare o au razele roșii-portocalii, urmate de cele albastre și violete. Aceastea din urmă se numesc radiații fiziologice.

Plantele nu reacționează toate la fel față de intensitatea luminii. Unele din ele (mesteacănul, pinul, unele cereale, bumbacul etc.) se dezvoltă normal la lumină intensă (plante iubitoare de lumină), iar altele (bradul, stejarul etc.), la lumină slabă și chiar la umbră (plante umbrofile). Există și forme de trecere între acestea (plante rezistente la umbrire) care suportă atît lumina cu intensitate mare, cît și cu intensitate mai mică. În condiții de umbrire intensă nu se mai formează clorofila și apare fenomenul de etiolare (alungirea și decolorarea tulpinilor și frunzelor). În cazul lanurilor de cereale foarte dese, internodurile inferioare alungindu-se, își micșorează mult rezistența, din cauza dezvoltării slabe a țesuturilor mecanice. Aceasta duce la căderea plantelor. La arbori, lăstarii crescuți la întuneric sînt mai lungi decît cei crescuți la lumină. În zonele alpine, unde intensitatea luminii este deosebit de mare și cu o proporție mare de raze ultraviolete, se remarcă piticirea plantelor.

Întensitatea luminii influențează nu numai fotosinteza ci și dezvoltarea sistemului radicular, calitatea fructelor etc. Astfel, fructele crescute în partea mai însorită a coroanei sînt mai gustoase decît cele din partea umbrită etc. Iarba pășunilor alpine, crescînd în lumină desosebit de intensă, se distinge prin calități deosebite, conținînd mari cantități de zaharuri, albumine, aromă etc. De asemenea, legumele regiunilor călduroase și însorite au un gust superior celor din regiunile reci.

Energia radiantă

Suprafața terestră primește de la cerul înstelat de 30 000 000 ori mai puțină căldură decît de la soare, iar din interiorul pămîntului de 5 000 de ori mai puțină.

Volumul Soarelui este de 1 300 000 mai mare ca al Pămîntului iar suprafața de 12 000 de ori.

La suprafața sa (fotosferă), Soarele are o temperatură medie absolută de 6 000°C, iar în interior de 20 milioane grade C.

Pământul primește numai a 2-a miliarda parte din energia emisă de Soare, totalul acestei energii radiante fiind de $1,7 \times 10^{24}$ erg./ore sau $5,4 \times 10^{31}$ erg./an, adică $1,3 \times 10^{24}$ calorii pe an *, ceea ce ar putea topi un strat de gheață gros de 35 m care ar înconjura Pământul.

Dinstanța medie Soare-Pământ este de 149,5 milioane km și este parcursă de razele luminoase în 498 secunde.

Masa Soarelui scade în fiecare secundă cu circa 4 milioane de tone, ceea ce reprezintă 360 miliarde tone în 24 de ore. Acest proces are loc ca urmare a transformării în fiecare secundă a 1 570 milioane tone de hidrogen în 1 566 tone heliu, restul de 4 milioane tone hidrogen transformîndu-se în energie.

Variațiile radiației solare

În același moment în diferite puncte ale suprafeței globului pămîntesc nu ajunge aceeași cantitate de căldură. În orice punct, fluxul energiei radiante primită de la Soare este variabil în timp. Prin urmare, nici în spațiu și nici în timp, suprafața Pământului nu este însorită în egală măsură, intensitatea insolației avînd un caracter pulsatoriu.

Variațiile radiațiilor solare sînt determinate de trei cauze: activitatea proprie a Soarelui; comportarea diferită a Pământului și a suprafeței subiacente **; trecerea sistemului solar printr-un nor de praf cosmic. Datorită primei și celei de a treia cauze, radiația Soarelui nu este constantă. Totuși aceste variații sînt extrem de mici.

Oscilațiile mari ale radiației solare sînt determinate de evoluția Soarelui, care nu pot fi însă înregistrate, pentru aceasta fiind probabil nevoie de zeci de milioane de ani.

Oscilațiile radiației solare provocate de schimbarea elementelor astronomice ale Pământului au un caracter secular, iar influența lor se poate resimți doar în cîteva milenii. Acest fenomen are loc în felul următor:

Pământul se învîrtește în jurul axei sale în 24 ore și în jurul Soarelui în 365 zile 5 ore 48 minute și 46 secunde. Perpendicular pe axa Pământului se află planul ecuatorial al acestuia, care face un unghiu de aproximativ 23° cu planul orbitei Pământului. Această înclinare numită și înclinarea elipticei a variat într-o perioadă de 40 400 ani între 22° și 25°5′, în 1950 fiind de 23°26′ 45″; scăderea ei anuală este de 0″, 47. Cînd unghiul de înclinare scade, se modifică și poziția tropicelor și a cercurilor polare; ambele tropice se deplasează spre ecuator și ambele cercuri polare se deplasează spre poli. Ca urmare a micșorării unghiului făcut de planul ecuatorial față de planul orbitei Pământului are loc reducerea zonei cu climă caldă și a celor polare cu climă rece și extinderea regiunilor cu climă temperată. În ultimii 200 de ani suprafața zonei calde s-a redus cu 2 260 000 km².

---

* 1 calorie este echivalentă cu $4,1855 \times 10^{7}$ erg.

** Suprafața subiacentă — suprafață a pământului care se găsește în interacțiune cu atmosfera în procesele schimbului de căldură și de umezeală.

Cauzele care determină aceste schimbări seculare sau milenare sînt oscilațiile elementelor astronomice ale Pămîntului.

Așa cum s-a arătat, energia transmisă de Soare spre Pămînt se propagă sub forma de unde electromagnetice, care, în totalitatea lor alcătuiesc spectrul solar. Partea radiațiilor vizibile din spectrul solar este formată din undele cu lungimi de undă cuprinse între 0,39—0,76 μ (tabelul 1). Radiațiile cu lungimi de undă mai mari de 0,76 μ mergînd pînă la aproximativ 4 μ (radiația fotosferică superioară aproape echivalentă cu cea a unui corp negru) se numesc infraroșii. Înspre lungimile de undă mici spectrul solar fotosferic atinge 0,15 μ. Sînt așa-numitele radiații ultraviolete ale spectrului, sau radiații chimice.

Tabelul 1

Lungimile medii de undă pentru regiunea vizibilă a spectrului

Culoarea	Lungimea de undă în μ
Roșie	0,620—0,760
Oranj (portocaliu)	0,585—0,620
Galbenă	0,575—0,585
Galbenă-verzuie	0,550—0,575
Verde	0,505—0,550
Bleu	0,485—0,505
Albastru	0,455—0,485
Violetă	0,390—0,455

Radiațiile în atmosferă

Radiația solară directă și insolația

Variațiile fluxului de căldură de la sol pe perioade de timp scurte și repartiția neuniformă a acesteia sînt influențate de mai mulți factori.

Micile variații periodice ale radiației solare depind mai întîi de faptul că Pămîntul se rotește în jurul Soarelui pe o orbită eliptică și ca urmare, distanța dintre Pămînt și Soare se schimbă, dar factorul cel mai important care determină cantitatea de radiații primite de o regiune sau alta a scoarței terestre este unghiul sub care razele solare cad pe aceasta.

În figura 2 se evidențiază faptul, că atunci cînd razele solare cad perpendicular pe o suprafață, intensitatea lor este maximă, și că aceasta se micșorează

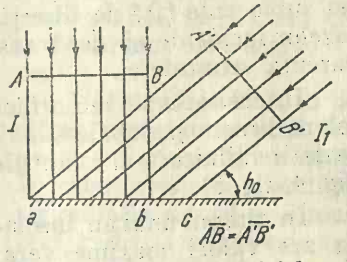


Fig. 2 — Variația unghiului de incidență (h) și a intensității radiațiilor solare (I)

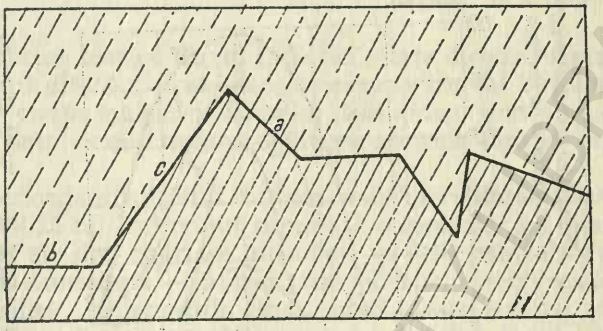


Fig. 3 — Variația unghiului de incidență al razelor solare în funcție de relieful locului. Liniile paralele indică razele solare

direct proporțional cu micșorarea unghiului sub care acestea ating suprafața terestră.

Rezultă deci, că, cu cît înălțimea Soarelui deasupra orizontului scade, cu atît se micșorează și intensitatea radiațiilor solare pe unitate de suprafață orizontală.

Dacă notăm cu I_1 cantitatea de energie primită de un centimetru pătrat al unei suprafețe orizontale și cu I intensitatea radiației solare asupra unei suprafețe perpendiculare pe razele solare, iar unghiul făcut de razele solare cu suprafața orizontală cu h_0 atunci vom obține relația:

$$I_1 = I \sin h_0$$

care exprimă cantitatea radiației solare primită de o suprafață cu o anumită înclinare față de razele solare. Nu toată radiația care ajunge la limita superioară a atmosferei atinge suprafața Pămîntului, deoarece razele cu lungimi de undă mai mici de 0,3 μ sînt absorbite puternic de oxigen și ozon, iar undele vizibile nu sînt egal difuzate. La suprafața Pămîntului ajung numai 1,3—1,5 cal. cm²/minut.

Pe o suprafață de teren (fig. 3) înclinată și neuniformă diversele porțiuni din ea sînt luminate diferențiat de către razele solare.

Astfel, pe versantul însorit al unui deal *(a)*, unghiul de incidență al razelor solare este mai mare decît pe întinderea netedă *(b)* de la poalele dealului, iar pe versantul opus *(c)* acest unghi este foarte mic.

Rezultă deci, că factorul determinant al radiației solare directe este înălțimea soarelui (h_0) deasupra orizontului.

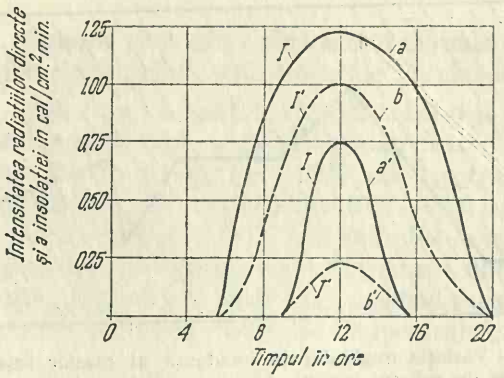


Fig. 4 — Variațiile zilnice ale radiației directe I și globale I':
a, b — în cursul unei zile de vară; *a', b'* — în cursul zilei de iarnă

Valoarea insolației depinde de totodată de distanța Soare-Pământ, de înclinarea suprafeței subiacente față de direcția razelor incidente și de transparența atmosferei.

Intensitatea radiațiilor solare directe și globale suferă variații zilnice și anuale (fig. 4, fig. 5).

În timpul unui an insolația are valori maxime vara, deoarece asupra acesteia influențează mai mult înălțimea Soarelui și mai puțin transparența aerului atmosferic.

Radiația difuză

Difuzia radiației solare reprezintă împrăștierea acesteia în atmosferă, datorită ciocnirii cu moleculele gazelor aerului și cu particulele solide și lichide aflate în suspensie. Cel mai puternic sînt deviate radiațiile de undă scurtă, ceea ce determină culoarea albastră a cerului. Radiația împrăștiată care ajunge la suprafața pămîntului se numește radiația atmosferică difuză.

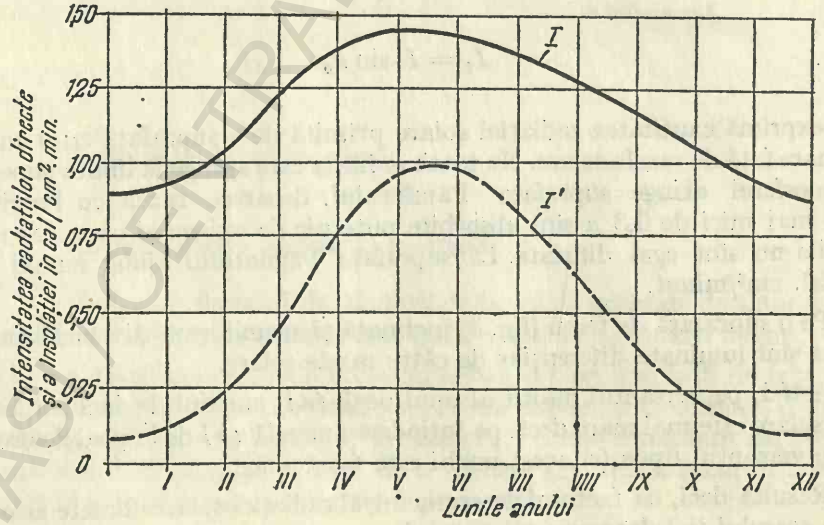


Fig. 5 — Variațiile anuale ale intensității radiației directe I și globale I'

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY

Ziua, pe timp senin, concomitent cu fluxul radiației solare directe, suprafața activă primește și radiația difuză a cărei intensitate crește treptat în prima parte a zilei, pe măsură ce crește înălțimea Soarelui deasupra orizontului și scade treptat spre seară, o dată cu descreșterea înălțimii acestuia față de orizont.

În timpul amiezii, în perioada solstițiului de vară, valorile radiației solare difuze pot ajunge pînă la 0,25 cal/cm²/minut suprafața orizontală, iar dimineața și vara pe timp senin, ele sînt cuprinse între 0,01 și 0,10 cal/cm²/min. În cazul creșterii opacității atmosferei — intensitatea radiației directe scade, iar radiația difuză se intensifică. În situațiile cînd Soarele este ecranat de nori, radiația solară este reflectată și difuzată repetat de cristalele de gheață și particulele de apă ale norilor, astfel încît ajunge pe suprafața terestră exclusiv sub formă de radiație difuză.

În diversele anotimpuri sau la diferite ore din cursul zilei, valorile acesteia pot fi foarte diferite, în funcție de structura fizică a norilor, de densitatea și grosimea acestora ca și de zăpada proaspăt căzută, care reflectă puternic lumina solară. Din această cauză, iarna în regiunile de cîmpie ale țării noastre, sumele lunare ale radiației difuze sînt de cîteva ori mai mari decît cele ale radiației solare directe, pe cînd vara acestea sînt cu mult mai mici.

Radiația reflectată și cea absorbită

Albedoul suprafeței subiacente

O parte din radiațiile solare directe sînt absorbite de scoarța terestră, iar altă parte sînt reflectate din nou în atmosferă, formînd fluxul radiației reflectate; în drumul lor prin atmosferă, aceste radiații sînt reflectate și de suprafața norilor.

Capacitatea de reflexie a diferitelor suprafețe terestre (apă, vegetație, soluri diferite, zăpadă etc.) și a norilor, constituie albedoul suprafeței terestre — albedoul pămîntului. Albedoul (A) se definește prin raportul în procente dintre intensitatea radiației reflectate (R) de unitatea de suprafață și intensitatea radiației incidente (I) — absorbite de aceeași suprafață: astfel că:

$$A = \frac{R}{I} \cdot 100$$

Valoarea albedoului (A) este variabilă și depinde de natura proprietăților suprafeței reflectate, de proprietățile fizico-chimice și culoarea solului, natura învelișului vegetal și faza de vegetație, starea de agitație a suprafețelor de apă etc. (tabelul 2).

Se poate vedea că solurile umede reflectă radiațiile solare mai puțin decît cele uscate, iar albedoul unei suprafețe acoperite de vegetație depinde de natu-

* Suprafața activă, suprafața solului, apei și a învelișului vegetal care absoarbe direct radiația solară și atmosferică și emite radiații în atmosferă.

Tabelul 2

Valoarea albedoului diferitelor suprafețe

Natura suprafeței	Albedoul
Zăpadă proaspătă	80—90
Zăpadă veche (murdară)	40—60
Nisipuri deșertice	28—38
Arătură uscată	12—20
Arătură umedă	5—14
Iarbă	19—20
Cereale în diferite faze de dezvoltare	10—25
Mirişte	15—17
Păduri de foioase	20—35
Păduri de conifere	10—18

ra acesteia (desime, mărimea frunzelor, faza de vegetație etc.). Plantele reflectă mai ales radiațiile verzi și infraroșii, ceea ce explică, pe de o parte, culoarea lor verde, iar, pe de altă parte, le apără de o supraîncălzire.

Albedoul suprafețelor de apă depinde de unghiul de incidență al razelor și de starea de agitație a acestora, acestea fiind în raport invers una față de cealaltă.

Albedoul suprafeței Pământului este serios influențat de albedoul norilor, a cărui intensitate variază în funcție de grosimea, structura și desimea acestora și are valoarea de 37—43%.

Cunoașterea valorii albedoului unei suprafețe oarecare este necesară pentru stabilirea cantităților de radiație directă și difuză, absorbită de suprafața respectivă care se transformă în căldură. Într-o anumită măsură albedoul poate fi modificat în sensul dorit prin măsuri agrofitotehnice.

Radiația efectivă

Ca urmare a absorbției radiației solare directe și a celei difuze, suprafața terestră se încălzește. Avînd o temperatură mai mare decît zero absolut, suprafața terestră radiază energie în spațiul înconjurător conform legii generale a radiației, formulată de Boltzman:

$$R_T = \sigma T^4 (\text{cal} \cdot /\text{cm}^2 \cdot \text{min})$$

în care:

σ este constanta lui Boltzman, egală cu $0{,}826.10^{-10}$;
T — temperatura absolută a suprafeței terestre;
R_T — radiația suprafeței terestre (radiație terestră).

Radiația terestră (R_T) are o valoare mai redusă a intensității sale decît radiația solară directă ajunsă la sol (R_S). Ea este alcătuită numai din radiații invizibile, cu lungime de undă lungă (radiații infraroșii care au un pronunțat efect caloric).

Intensitatea radiației emise de pămînt variază în raport de schimbarea temperaturii suprafeței terestre, care depinde de variația intensității radiației solare directe (R_S) și de cea a radiației difuze (R_D) (tabelul 3).

Tabelul 3

Variația intensității radiației terestre în raport cu schimbarea temperaturii suprafeței solului

Temperatura suprafeței solului în °C	−40°	−30°	−20°	−10°	0°	+10°	+20°	+30°	+40°	+70°
Intensitatea radiației terestre în cal/cm² min.	0,24	0,29	0,34	0,40	0,46	0,53	0,60	0,70	0,79	1,14

Intensitatea medie a radiațiilor emise de suprafața solului este de 0,57 cal/cm² min, valoarea maximă a radiației terestre înregistrîndu-se în timpul zilelor de vară cu cer senin și sol uscat, iar valoarea minimă în cursul nopților de iarnă.

Radiațiile de unde lungi ale pămîntului sînt absorbite în atmosferă, ca și radiațiile solare, de bioxidul de carbon, dar mai ales de vaporii de apă din atmosferă, datorită cărui fapt aerul se încălzește.

Principalul proces prin care se realizează încălzirea atmosferei este cel al radiației terestre, la care se adaugă ca un factor important amestecul turbulent al aerului atmosferic.

Atmosfera încălzită posedă și ea capacitatea de a emite radiații infraroșii, cu lungime de undă mare ce se propagă în toate direcțiile, atît spre spațiul cosmic cît și spre pămînt.

Radiația atmosferică dirijată spre suprafața terestră și a cărei intensitate medie este egală cu 0,42 cal/cm² min. se numește radiație inversă sau contraradiația atmosferei (R_A) și se opune răcirii puternice a suprafeței subiacente.

Astfel, în natură se produc concomitent două fluxuri ale radiației infraroșii:

— fluxul îndreptat din atmosferă spre suprafața terestră, reprezentînd contraradiația atmosferei (R_A);

— fluxul de la suprafața subiacentă îndreptat spre atmosferă și care reprezintă radiația terestră (R_T).

Diferența dintre cele două fluxuri de radiație ($R_T - R_A$) se numește radiație efectivă a suprafeței terestre (R_E). Rezultă deci că:

$$R_E = R_T - R_A$$

Intensitatea radiației efective variază între 0,10 și 0,30 cal/cm² min. și depinde de temperatura suprafeței terestre, temperatura și umezeala absolută a aerului, nebulozitatea și altitudinea.

Pe timp senin, intensitatea radiației efective depinde în special de temperatura suprafeței subiacente și de temperatura și umezeala absolută a aerului.

Gradul de acoperire al cerului exercită o influență asupra valorii radiației efective. Alcătuiți din picături fine de apă, norii au o mare capacitate de absorbție a radiației terestre și de emisie a unor radiații proprii cu lungime de undă mare (radiații calorice). Aceasta determină mărimea efectului contra radiației atmosferice și micșorarea radiației efective.

Iarna, în cursul nopților noroase, radiația inversă a atmosferei poate să depășească radiația terestră, avînd ca efect încălzirea suprafeței pămîntului. Deci, norii reprezintă surse de alimentare cu căldură, efectul lor fiind asemănător cu cel al unui ecran protector, care apără suprafața terestră de răcire prin radiație. Un efect asemănător îl au și stratele de inversiune termică, cu temperaturi mai ridicate, situate la înălțimi mici. De asemenea ceața are același efect ca al norilor.

Intensitatea radiației efective crește cu altitudinea și prezintă o variație zilnică și una anuală, concomitentă cu cea a radiației terestre, prezentînd un maxim în jurul orei 12 și două minime, ce se produc la răsăritul și asfințitul soarelui.

Pierderea de energie termică din cursul zilei, datorită intensificării radiației terestre, este compensată și depășită de cantitatea de energie primită de la Soare sub forma radiațiilor directe și difuze, din care cauză temperatura suprafeței terestre și a aerului în contact cu aceasta crește.

În cursul anului, radiația efectivă înregistrează valoarea maximă în timpul primăverii (peste 10—14 Kcal/cm² lună), iar minime în lunile de iarnă (6—8 Kcal/cm² lună).

Analizînd cele prezentate, rezultă că atmosfera, prin contraradiația pe care o emană, are un rol deosebit de important în regimul termic al suprafeței globului pămîntesc. Ea lasă să pătrundă radiația solară pînă la suprafața terestră, care o absoarbe și o transformă în radiații infraroșii cu lungime mare de undă și care este reținută aproape în totalitate de atmosferă și îndreptată din nou către suprafața terestră, sub forma radiației inverse. Prin mecanismul descris mai sus, atmosfera asigură un regim termic mai echilibrat pe suprafața pămîntului, încetinind pierderea căldurii în spațiul cosmic.

Astfel, atmosfera asigură efectul de seră asupra învelișului și a vieții de pe pămînt.

Din cele de mai sus rezultă următoarele concluzii:

a) Cînd $R_E > O$, scoarța terestră pierde energie; emite radiații cu lungimi mari de undă, deci $R_T > R_A$, temperatura solului este în descreștere.

— Are loc noaptea pe timp senin și se numește radiație nocturnă, fiind condiționată și de faptul că R_S și R_D sînt egale cu 0.

— Radiația efectivă pe timpul nopții nu depășește 0,3 cal/cm² min.

b) Cînd $R_E < O$, scoarța terestră primește energie, datorită unei inversiuni puternice ca temperatură și a unei umidități mari a aerului.

Dacă cerul este acoperit cu nori, radiația efectivă se micșorează, iar dacă plafonul norilor este coborît, radiația efectivă devine egală cu zero, deoarece picăturile de apă care formează norul emit radiații ca și un corp negru și deci intensitățile fluxurilor de radiație devin egale ($R_T = R_A$).

—Din datele obținute prin calcul rezultă că sumele anuale ale radiației efective, corespunzătoare părții nordice teritoriului R.S. România, sînt de

cca. 35—38 Kcal/cm² an. În sudul țării sumele anuale mijlocii ale radiației efective ating 40—44 Kcal/cm².

— Intensitatea medie a radiației efective se repartizează foarte neuniform în zilele de vară, mai ales în orele de după amiază.

Bilanțul radiativ

Prin bilanț radiativ se înțelege diferența între energia primită de o suprafață și energia emisă sau reflectată. Bilanțul radiativ al suprafeței terestre care reprezintă rezultanta tuturor schimburilor de energie radiantă ce au loc la nivelul suprafeței active — poate fi definit și ca diferența dintre valorile radiației absorbite și cele ale radiației efective.

Deci bilanțul radiativ (B_r) reprezintă diferența dintre radiația primită (S_1) și cea cedată (S_2) de către suprafața pământului.

Cantitatea de energie primită (S_1) se compune din radiația solară directă (I), minus radiația solară directă reflectată ($I \cdot r$); radiația solară difuză (i), minus radiația difuză reflectată ($i \cdot r$); contraradiația atmosferei (R_A).

Cantitatea de energie cedată (S_2) este constituită din radiația terestră emisă de suprafața pământului ($R_T = \gamma T^4$).

Ținînd seama de fluxurile sale componente, bilanțul radiativ (B_r) a suprafeței pământului se poate deduce astfel:

— cunoscînd că: $B_r = S_1 - S_2$

$$S_1 = (I - I_r) + (i - i \cdot r) + R_A = I(i - r) + i(l - r) + R_A = (l - r)$$

$$(I + l) + R_A$$

$$S_2 = a \cdot \sigma T^4 = R.\ T.$$

Cunoscînd că radiația efectivă $R_E = R_T - R_A$, putem scrie:

$$B_r = (I - i)\ (1 - r) - R_E$$

sau

$$R = (Q - q)(1 - A) - E$$

în care:

$R = B_r$;
$Q = I$;
$q = i$;
$r = A$;
$E = R_E$.

Componentele bilanțului radiativ depind de o serie de factori din care cauză și bilanțul radiativ al suprafeței pământului este o mărime care este influențată de același număr de factori. Valorile lui sînt foarte variabile în timp și au o distribuție teritorială neuniformă.

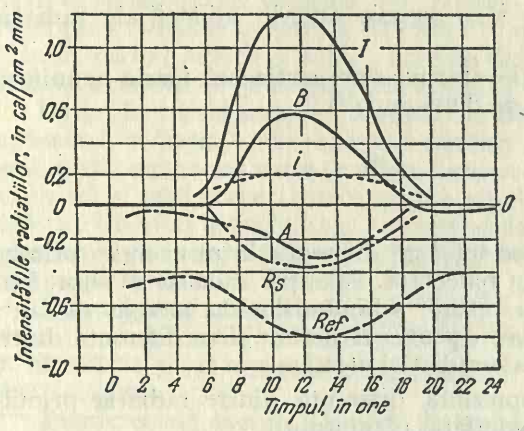


Fig. 6 — Variația zilnică a componentelor bilanțului de radiații:

A — intensitatea radiației reflectată; *B* — bilanțul; *I* — intensitatea radiației directe; *i* — intensitatea radiație difuze; R_{ef} — intensitatea radiației efective; R_s — radiația de lungime mare de undă a scoarței terestre

Dintre cei mai importanți factori menționăm:

— latitudinea locului respectiv (h_0) deasupra orizontului și durata zilelor și a nopților;

— caracterul și starea suprafeței subiacente (determină valoarea albedoului *A*);

— gradul de capacitate al atmosferei;

— conținutul în vapori de apă al atmosferei;

— gradul de acoperire al cerului (nebulozitatea) care influențează asupra radiației efective reducînd valoarea acesteia proporțional cu creșterea ei.

În medie, B_r diurn este pozitiv ziua și negativ noaptea, iar în cursul anului este pozitiv vara și negativ iarna (fig. 6). Trecerea de la bilanțul negativ din timpul nopții la acel pozitiv din cursul zilei și invers, în cazul unei zile senine se produce cînd înălțimea soarelui se află între 10°—15° deasupra orizontului; iar pe timp cu cer acoperit, trecerea are loc la înălțimi mai mici (chiar sub 5°).

Bilanțul radiativ, în special cînd soarele se află în apropiere de zenit, este mai mare deasupra apei ca deasupra uscatului și foarte mic deasupra suprafețelor acoperite cu zăpadă (fig. 7). Cele mai mari valori ale bilanțului radiativ (120—140 Kcal/cm²) se repartizează deasupra bazinelor mari de apă din regiunile ecuatoriale și tropicale, unde radiația totală din cursul unui an prezintă valori mari, în timp ce radiația efectivă este redusă. Pe suprafața continentelor valorile maxime anuale sînt cuprinse între 80—100 Kcal/cm² și corespund zonelor ecuatoriale cu mare umiditate cum sînt: bazinul inferior al Amazoanelor, Asia de Sud-Est, America Centrală. În Sahara, unde radiația totală ($Q + q$) prezintă cele mai mari sume anuale de pe suprafața globului pămîntesc (200 Kcal/cm²), valorile anule ale bilanțului radiativ **nu** depășesc 80 Kcal/cm², din cauza radiației efective (R_E) foarte mari din timpul nopții, datorită cărui fapt temperaturile scad pînă în jurul lui 0°C.

Pe teritoriul țării noastre, sumele anuale ale bilanțului radiativ sînt cuprinse între 40—50 Kcal/cm², ceea ce corespunde cu 38—40 Kcal/cm² an în cîmpiile de nord și cu aproximativ 45—48 Kcal/cm², an în cele din sudul țării. În regiunile Bărăgan, Cîmpia Siretului de jos, Dobrogea și cele din sudul Cîmpiei Române, unde predomină timpul senin, sumele anuale ale bilanțului radiativ sînt mai mari de 45 Kcal/cm² și ating valori maxime pe litoralul Mării Negre.

Iarna, radiația terestră fiind mai mare decît cea absorbită ($S_1 > S_2$), bilanțul radiativ are valori negative care însă nu scad pînă la — 1,0 Kcal/cm²

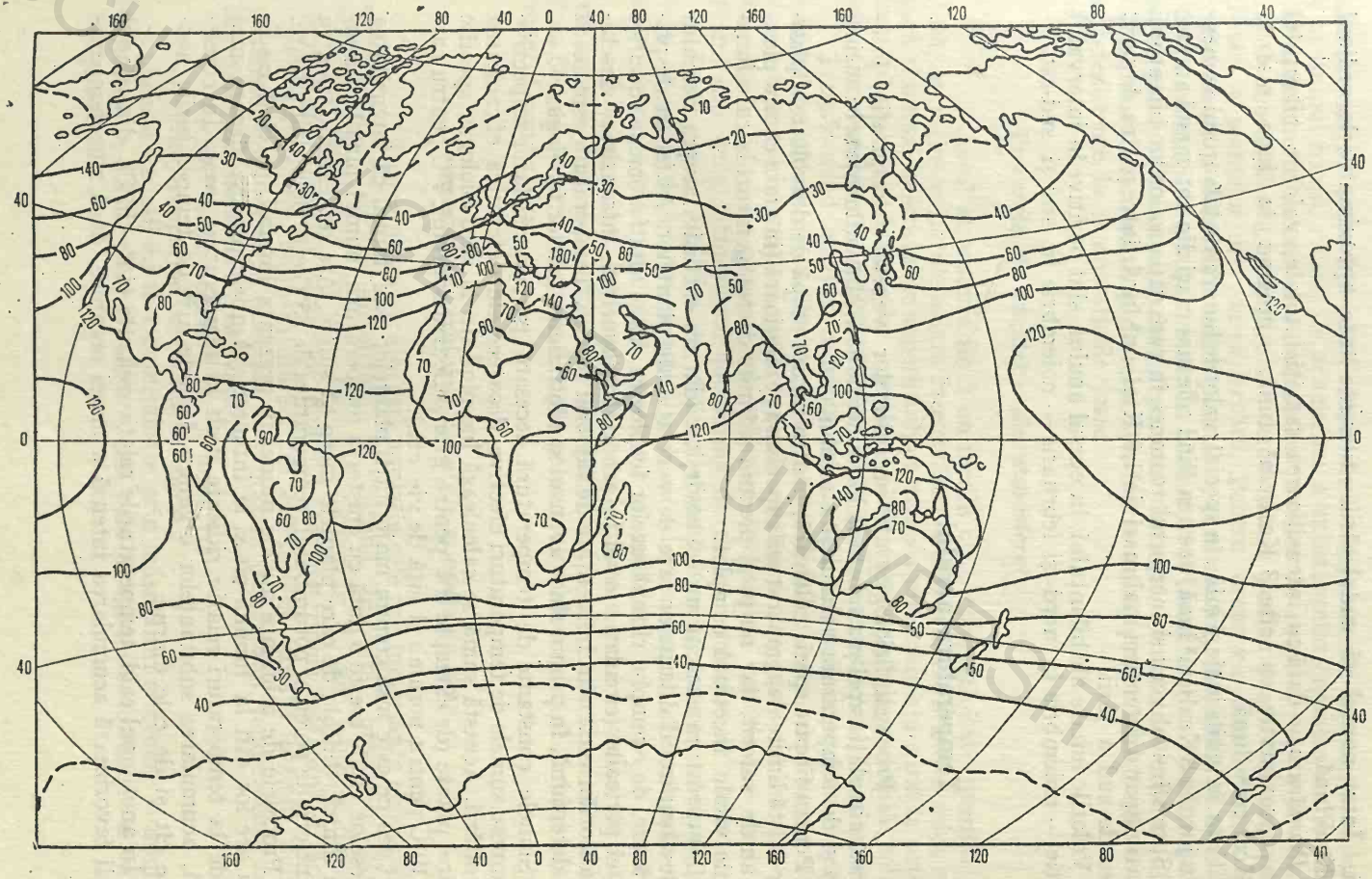


Fig. 7 — Repartiția bilanțului radiativ anual (K. cal/cm²/an)

lună. Între nordul și sudul țării, diferența este aproximativ de ordinul 0,5 Kcal/lună.

Primăvara, o dată cu intensificarea radiației totale, valorile bilanțului cresc aproximativ cu cîte 3 Kcal/cm² lună, ajungînd în luna mai la 7,3 Kcal/cm² lună.

Vara, în lunile iunie și iulie, în special, valorile lunare ale bilanțului se mențin în jurul a 8 Kcal/cm² lună, acestea fiind cele mai mari din tot cursul anului.

Spre sfîrșitul verii și începutul toamnei, în repartiția valorilor bilanțului radiativ apar diferențieri mai mari de 1,0 Kcal/cm² lună, între partea de nord și cea de sud a țării.

Valorile lunare ale bilanțului, în cursul anului, sînt pozitive în intervalul martie — noiembrie în nord și februarie — noiembrie în sud și sud-est.

Temperatura aerului

Procesele fiziologice ale organismelor vegetale (respirația, fotosinteza, circulația apei și a substanțelor minerale etc.) sînt influențate în același timp și de temperatura aerului și a solului.

Pentru fiecare specie cultivată, pentru fiecare etapă de dezvoltare a plantelor există limite de temperatură superioară și inferioară (în afara cărora plantele au de suferit, dar nu pier) precum și limite de temperaturi la care funcțiunile vitale încetează complet.

Temperatura exercită un rol covîrșitor (dar nu exclusiv) asupra ritmului de desfășurare al diferitelor faze de vegetație ale plantelor. Astfel, la desprimăvărare, de exemplu, ritmul fazelor fenologice, ca și alte fenomene specifice acestei perioade (circulația sevei în arbori, înmugurirea, înfrunzirea, deschiderea florilor etc.) sînt influențate de factorul termic. Temperatura este aceea care determină, în primul rînd, avansul sau întîrzierea fazelor fenologice.

Sumele constante de temperatură necesare parcurgerii fazei respective se numesc sumele de temperaturi efective, deoarece ele determină eficacitatea dezvoltării. Această sumă se calculează începînd de la zero biologic, specific fiecărei plante (de exemplu 5°C pentru grîu și floarea-soarelui, 7°C pentru cartof, 10°C pentru porumb și viță de vie etc.).

Ceea ce este însă comun majorității plantelor este faptul că intensitatea proceselor vitale crește o dată cu creșterea temperaturii, numai pînă la o anumită limită, dincolo de care plantele încep să sufere. Așa de exmplu, pentru grăunciorii de polen ai porumbului, temperatura de 35°C este deja dăunătoare.

Procesele de asimilare au loc numai în prezența luminii, pe cînd respirația are loc atît la lumină cît și la întuneric. Ambele procese decurg mai repede la temperaturi relativ ridicate decît la temperaturi joase. În consecință, acumularea substanțelor organice depinde atît de temperaturile nocturne cît și de cele diurne.

În anotimpul cald temperaturile relativ scăzute (14°—16°C) din timpul nopții favorizează acumularea intensă a masei organice, dacă ziua tempera-

tura se menține între 20°—30°C. Dacă însă temperaturile se mențin ridicate și în timpul nopții, ritmul de acumulare a substanțelor organice scade datorită consumului intens al substanțelor plastice în procesul de respirație.

O deosebită importanță o are temperatura pentru pregătirea corespunzătoare a plantelor în vederea iernării. Pentru creșterea rezistenței la ger este necesară o călire naturală a plantelor, care are loc, de regulă, în ultimele zile ale toamnei, în pragul iernii. În zilele reci și însorite de la sfîrșitul toamnei se produce o anumită deshidratare a plantelor, o creștere a concentrației zaharurilor (determinată și de respirația foarte slabă) și astfel țesuturile devin mai rezistente la temperaturile joase.

Procesele de încălzire ale atmosferei

Aerul atmosferic fiind un mediu cu o conductivitate termică redusă, nu reține radiațiile solare care străbate atmosfera decît într-o mică măsură și numai în straturile superioare, partea cea mai mare ajungînd la suprafața pămîntului. Ajunsă la suprafața pămîntului, energia radiantă solară este transformată în energie calorică, iar o parte este reflectată în atmosferă.

Transformînd energia radiantă în energie calorică, suprafața terestră (suprafața activă) se încălzește și devine la rîndul ei sursă de energie, care este transmisă în straturile inferioare ale solului, o altă parte din energie este folosită în diferitele procese fizico-chimice (evaporare, condensare etc.), iar restul este cedat atmosferei, sub formă de radiații calorice de undă lungă.

Procesele de încălzire sau răcire ale atmosferei se datoresc căldurii primite și cedate de scoarța terestră, pe baza schimburilor de căldură prin conductivitate termo-moleculară, convecție și radiație.

Schimbul caloric între sol și aer este în mare măsură favorizat de vaporii de apă. Apa, evaporîndu-se, înmagazinează o mare cantitate de căldură (cca.600 cal. pentru un gram de apă) pe care ulterior o cedează aerului în momentul condensării.

Temperatura aerului și variațiile acesteia în timp

Temperatura aerului este unul din cele mai importante elemente meteorologice, de ea depinzînd, în ultimă instanță, presiunea atmosferică și distribuția acesteia, formarea curenților de aer, variația umezelii aerului etc. Datorită factorilor multipli care determină încălzirea și răcirea suprafeței terestre, temperatura aerului suferă și ea variații în timp, nefiind o mărime constantă. În orice loc pe suprafața pămîntului, temperatura aerului prezintă două feluri de variații:

— variații periodice (zilnică și anuală);

— variații neperiodice (accidentale).

Aceste variații au fost determinate prin măsurători efectuate la anumite intervale în cursul celor 24 de ore, sau prin înregistrarea continuă a valorii temperaturii.

Variațiile periodice ale temperaturii aerului

Variația zilnică este condiționată de oscilația fluxului de căldură la suprafața terestră și în atmosferă, în decurs de 24 de ore.

Ziua temperatura aerului crește, ca urmare a propagării căldurii de la suprafața terestră, ce se încălzește datorită radiației solare. Noaptea temperatura aerului scade sub influența răcirii scoarței terestre. Un rol important în procesul de încălzire și răcire a aerului atmosferic îl are absorbția de către acesta a radiației solare în lungime mică de undă, precum și emisia de radiații proprii ale aerului în timpul nopții.

Rezultă deci, că schimbul de căldură între suprafața terestră și atmosferă constituie cauza variațiilor zilnice ale aerului atmosferic.

Suprafața solului începe să se încălzească după răsăritul soarelui. După o anumită încălzire, suprafața terestră transmite căldura prin convecție și radiație în stratul de aer imediat învecinat, de unde se propagă mai departe de la un strat de aer la altul. Creșterea temperaturii aerului în primele ore ale dimineții se face cu oarecare întîrziere față de temperatura solului.

Temperatura maximă în aer se produce între orele 14 și 15, după care începe din nou să scadă, lent, pînă la orele 16—17 și apoi rapid pînă la apusul soarelui. În timpul nopții, scăderea continuă cu mai mică intensitate pînă atinge un minim, care de obicei se produce cu puțin timp înainte de răsăritul soarelui.

O dată cu creșterea înălțimii se micșorează variația temperaturii, precum și amplitudinile acestora, iar maximul de temperatură se decalează.

Factorii care determină variațiile temperaturii aerului sînt următorii:

1. *Latitudinea locului* — în funcție de care variază înălțimea soarelui în cursul zilei. Amplitudinile maxime de 12°C se produc în regiunile subtropicale, spre nord și sud de acestea. Amplitudinile temperaturilor aerului scad la 8°—9°C la latitudini mijlocii și se reduc pînă la 3°—4°C la cercul polar de nord și sud.

2. *Anotimpul* în funcție de care înălțimea soarelui variază între valori minime corespunzătoare solstițiului de iarnă (22 dec.) și maxime în solstițiul de vară (22 iunie).

Aceasta determină amplitudini de 10°—15°C în zilele de vară în regiunile de la latitudini medii și 3°—4°C în zilele de iarnă, precum și decalările temperaturilor maxime care vara se produc între orele 14—15, iar iarna între orele 13 și 14 (ora locală); temperatura minimă se produce înainte de răsăritul soarelui.

3. *Reliefu*l influențează variațiile zilnice ale temperaturii aerului, amplitudinea acestor variații fiind mai mare pe văi decît pe dealuri, din cauza scurgerii aerului rece și greu pe fundul văilor în timpul nopții și datorită încălzirii accentuate a aerului ziua, pe fundul văilor și depresiunilor ca urmare a reflectării de mai multe ori a razelor solare de versanții văilor și atenuării vitezei curenților de aer orizontali. Iarna pe văi și în depresiuni au loc inversiuni de temperatură, masele de aer rece stagnînd uneori mai multe zile în partea inferioară a acestora.

4. *Natura scoarței terestre* influențează și ea amplitudinea zilnică a valorilor temperaturii aerului; aceasta scade simțitor de la punctele situate în interiorul continentelor către cele de pe litoral. Fenomenul se produce ca urmare a faptului că bazinele de apă se încălzesc și se răcesc mai greu decît solul, mările, dar mai ales oceanele funcționînd ca niște termoregulatoare ale temperaturii aerului atît iarna cît și vara. La Constanța, amplitudinile variațiilor zilnice sînt de 6,5°C în iulie și de 2,8°C în ianuarie, pe mări și oceane amplitudinea acestor variații este mult mai mică, ajungînd la 1,5°C. În regiunile deșerturilor tropicale, amplitudinile oscilează în jurul a 50°C, iar în regiunile de uscat între 12° și 20°C.

5. *Nebulozitatea* (gradul de acoperire cu nori a cerului) influențează și ea amplitudinile zilnice ale variațiilor de temperatură, micșorîndu-le.

Scăderea nocturnă a temperaturii aerului este cauzată de pierderea căldurii de către suprafața terestră prin radiațiile cu lungime de undă mare și este cu atît mai redusă cu cît umezeala atmosferică este mai mare; nebulozitatea influențează în același fel scăderea nocturnă a temperaturii aerului, dar într-o măsură mai redusă decît umezeala atmosferică.

Pentru calculul scăderii nocturne a temperaturii aerului se folosește relația:

$$tm = t - \varepsilon A R_{ef}$$

în care:

t este temperatura aerului la 2 m înălțime în momentul apusului soarelui;
tm — temperatura minimă din cursul nopții;
Σ — un factor care depinde de proprietățile fizice ale solului și de viteza vîntului;
A — factor care depinde de latitudinea locului și de anotimp;
R_{ef} — radiația efectivă.

Circuitul apei în natură

Sub influența razelor solare căzute pe suprafața oceanelor, mării și a uscatului, se evaporă o mare cantitate de apă. O parte din ea se condensează deasupra apelor formînd nori și precipitații atmosferice deci se întorc în ocean, încheiînd așa-numitul circuit mic. Vaporii de apă, transportați deasupra continentelor în anumite condiții, de asemenea se condensează și cad sub formă de zăpadă sau ploaie pe suprafața uscatului. O parte din precipitațiile atmosferice se infiltrează în sol alimentînd pînza de apă freatică, o parte se scurge în rîuri și fluvii, care duc apa în oceane și mări. Ori de cîte ori se repetă procesul de cădere a precipitațiilor pe suprafața terestră și evaporarea lor ulterioară, în ultimă instanță apa adusă de curenții de aer pe uscat se ajunge din nou în ocean, încheind astfel așa-numitul circuit al apei pe globul pămîntesc.

După calculele lui Livovici (citat de Kulik — 1966) bilanțul apei de suprafața terestră are următorul aspect:

Umezeala cîștigată

	Volum în mii/km³
— Cantitatea de precipitații anuală căzută pe suprafața oceanului	411,6
— Idem la suprafața uscatului	107,0
	518,6

Consumul umezelii

— Evaporarea anuală de pe suprafața oceanului	447,9
— Idem de pe suprafața uscatului	70,7
	518,6

Cercetările lui Budîko, Drozdov, Pogosan (1956) și alții (citați de Kulik) au arătat că cea mai mare parte din precipitațiile căzute pe uscat se formează din vaporii de apă aduși de curenții de aer de pe ocean. De aici se trage concluzia că asemenea măsuri ca: desecarea bălților, mărirea suprafeței rezervoarelor de apă și a sistemelor de irigații nu pot influența sensibil cantitatea precipitațiilor atmosferice căzute.

Importanța umezelii aerului pentru agricultură

Este cunoscut rolul precipitațiilor atmosferice în viața plantelor și animalelor.

Precipitațiile sînt un factor de bază care asigură acumularea rezervelor de apă în sol, fiind și o sursă principală de aprovizionare cu apă a plantelor. De asemenea ele asigură menținerea nivelului bazinelor naturale și artificiale de apă ca surse principale pentru irigații.

Umezeala aerului prezintă mare importanță pentru viața plantelor, ea condiționînd intensitatea transpirației, influențînd direct consumul de apă. O umiditate foarte mare frînează înfloritul și fecundarea. Excesul de umiditate în aer frînează desfășurarea fazelor de coacere, mărește conținutul de apă în bob și în pai, îngreuind în cele din urmă lucrările de recoltare și depozitare a semințelor. Excesul de umiditate din aer în perioada caldă favorizează dezvoltarea bolilor și dăunătorilor.

Umezeala aerului exercită totodată o influență mare asupra proceselor fiziologice din organismele animalelor de fermă, afectînd în special procesele de termoreglare. Vaporii de apă din atmosferă au importanță mare în menținerea căldurii pe suprafața terestră, întrucît ele absorb aproape toată căldura radiantă de la sol. Datorită vaporilor de apă o parte din radiația terestră este reținută în atmosferă și nu trece în spațiul cosmic.

Umezeala aerului variază în plan orizontal cît și pe verticală, datorită proceselor de încălzire și răcire, de evaporație, de circulație a particulelor precum și a proceselor de condensare, sublimare sau precipitare.

Presiunea parțială a vaporilor de apă din atmosferă (care dacă nu sînt condensați se comportă ca un gaz) se numește *tensiunea vaporilor* (*e*), care ca și presiunea aerului se măsoară în dyne pe cm², în milimetri coloanei de mercur (mm) sau mai obișnuit în milibari (mb).

Creșterea cantității vaporilor de apă într-o unitate de volum mărește tensiunea vaporilor pînă la o limită (E), care corespunde stării de echilibru sau a saturației. Valoarea acestei limite (E) este denumită *tensiunea maximă a vaporilor de apă* sau tensiunea vaporilor care saturează spațiul la o anumită temperatură. Valoarea tensiunii maxime a vaporilor de apă depinde de temperatură și crește o dată cu aceasta.

T°	−30	−20	−10	0	10	20	30
E mb	0,5	1,2	2,9	6,1	12,3	23,4	42,5
E mm	0,4	0,9	2,2	4,6	9,2	17,5	31,9

Pentru exprimarea conținutului de vapori de apă în atmosferă se folosesc următoarele mărimi:

Umezeala absolută (a) reprezintă cantitatea vaporilor de apă într-un m^3 de aer, exprimată în grame. Este de fapt densitatea vaporilor de apă din volumul de aer considerat.

Valorile umezelii absolute și tensiunii vaporilor de apă măsurată în mm sînt apropiate, iar la temperatura de 16,4°C sînt egale. Din aceste motive tensiunea vaporilor de apă de multe ori se confundă cu umezeală absolută. Dacă tensiunea vaporilor se exprimă în milibari, valorile ei nu se pot confunda cu cele ale umezelii absolute.

Umiditatea relativă (r) reprezintă raportul între tensiunea vaporilor de apă din aer și tensiunea maximă a vaporilor de apă la anumită temperaturi, exprimată în %:

$$r = \frac{e}{E} 100\%$$

Umezeala relativă reflectă *gradul de saturație* a aerului cu vapori de apă. Din formulă se observă că la valori constante ale tensiunii vaporilor de apă (e) umiditatea relativă (r) poate să crească sau să scadă în funcție de temperatura care determină valoarea maximă a tensiunii vaporilor de apă(E). Cu scăderea temperaturii umezeala relativă va crește, și invers.

Deficitul de saturație (d) este diferența dintre tensiunea maximă a vaporilor de apă (E) la o anumită temperatură și tensiunea actuală a vaporilor de apă din același volum de aer din aer (e):

$$d = E - e \text{ mb (mm)}$$

Se observă că valoarea E depinde de temperatura mediului, iar e — de conținutul vaporilor de apă din aer. Deci, deficitul de saturație este o valoare complexă care înglobează caracteristica termică și de umezeală a aerului. Această însușire îi atribuie deficitului de saturație prioritatea față de celelalte caracteristici ale umidității aerului, în anumite cercetări în complex a influenței factorilor atmosferici asupra mediului.

Umezeala specifică (q) reprezintă cantitatea de valori de apă în grame, conținută într-un gram sau kg de aer umed.

Cunoașterea umidității specifice este importantă în calculele zoometeorologice, spre exemplu de determinarea valorilor evaporației de la suprafața

organelor respiratoare la animalele de fermă, la determinarea consumului lor de energie etc.

Punctul de rouă (E) este temperatura la care trebuie răcit aerul la presiune constantă, pentru a obține saturare.

Punctul de rouă se determină după tabele speciale care indică tensiunea maximă a vaporilor de apă în atmosferă la diferite temperaturi.

În prezent există mai multe metode (circa 20) de măsurare a umidității aerului. Cele mai folosite metode sînt cea psihrometrică și de absorbție.

Metoda psihrometrică se bazează pe determinarea diferenței de temperatură indicată de două termometre dintre care unul are rezervorul învelit în tifon și care se umezește cu apă în momentul observației.

Pe acest principiu funcționează psihrometrele staționare și de aspirație.

Metoda de absorție folosește materiale higroscopice a căror stare depinde de cantitatea de apă absorbită. Pe acest principiu se bazează construcția higrometrelor cu fir de păr, cu peliculă și a celor electrice.

Condensarea vaporilor de apă

Condensarea vaporilor de apă pe suprafața solului sau a altor obiecte se produce cînd tensiunea vaporilor atinge starea de saturație.

Vaporii de apă din atmosferă pot condensa numai atunci cînd la înălțimea respectivă ating starea de saturație, stare care rezultă în urma scăderii temperaturii cu înălțimea. Producerea fenomenului de condensare este influențată și accelerată de prezența în atmosferă a unor particule de materiale în suspensie, cu însușiri higroscopice, numite particule germeni sau nuclee de condensare. O mare parte din aceste nuclee de condensare sînt formate din combinații ale sulfului și azotului și de asemenea din cristale fine, higroscopice, de sare marină, care apar în urma pulverizării apei mărilor și oceanelor.

Deci condițiile necesare condensării vaporilor de apă în atmosferă sînt:
— scăderea temperaturii aerului sub punctul de rouă;
— existența în aer a nucleelor de condensare.

În urma condensării vaporilor de apă în atmosferă se formează ceață și nori din care cad la suprafața solului precipitații solide sau lichide (zăpadă, ploaie, burniță etc.).

Dacă condensarea se face pe suprafața solului și pe diferite obiecte, se formează rouă, chiciură, polei.

Norii au o influență deosebită asupra unor importante procese atmosferice. Astfel, în timpul zilei stratul de nori micșorează afluxul de energie solară, iar noaptea scade radiația de la suprafața solului ceea ce împiedică formarea înghețurilor radiative și a ceții.

Cauza principală a formării norilor este răcirea adiabatică a aerului în timpul circulației ascendente a aerului. Această circulație poate fi determinată de: încălzirea aerului de la suprafața subiacentă, alunecarea aerului pe suprafața frontală înclinată și de mișcarea aerului pe pantele dealurilor și munților.

Particulele primare de formare a norilor sînt picăturile de apă. Dacă norii se formează în straturi cu temperaturi puțin sub 0°C, atunci aceștia sînt compuși din picături de apă suprarăcite și se numesc *nori de apă* (apoși).

În condiții de temperaturi mai scăzute (—12°, —15°C) norii sînt compuși din cristale de gheață și sînt denumiți *nori de gheață*. Norii compuși din picături de apă și cristale de gheață se numesc *nori micști*, a căror grosime depășește de obicei pe cea a celorlalte categorii de nori.

După origine și aspectul exterior, norii sînt diferiți, însă pot fi grupați în forme asemănătoare între ele. În observațiile meteorologice se folosește clasificarea lor după aspectul exterior sau clasificarea morfologică.

În funcție de înălțime, norii se împart în superiori, mijlocii și inferiori. Se disting nori de dezvoltare verticală, a căror bază se află în straturile inferioare, iar vîrful în straturile mijlocii sau superioare ale atmosferei.

Clasificarea morfologică cuprinde 10 forme principale de nori, care la rîndul lor se împart într-o serie de specii și varietăți:

I. Nori superiori (înălțimea medie 6—8 km):
   1. Cirrus (Ci)
   2. Cirrostratus (Cs)
   3. Cirrocumulus (Cc)

II. Nori mijlocii (înălțimea medie de 2—5 km):
   4. Altocumulus (Ac)
   5. Altostratus (As)

III. Nori inferiori (înălțimea medie 0,4—1,5 km):
   6. Stratocumulus (Sc)
   7. Stratus (St)
   8. Nimbostratus (Ns)

IV. Norii de dezvoltare verticală (înălțimea bazei 500—1000 m, iar a vîrfului ajunge pînă la nivelul norilor Cirrus).
   9. Cumulus (Cu).
   10. Cumulonimbus (Cb).

Norii superiori sînt formați din cristale de gheață, sînt subțiri, transparenți, de culoare albă. Soarele luminează prin ei, obiectele luminate de ei fac umbră, dar nu dau precipitații.

Norii mijlocii și inferiori sînt apoși și micști, ei pot da precipitații; cele mai importante cantități însă provin din norii nimbostratus.

Norii de dezvoltare verticală (de convecție) se formează în curenții ascendenți ai aerului în perioada caldă a anului.

Norii Cumulus sînt compuși din picături de apă, la latitudini medii nu dau precipitații. Norii Cumulonimbus se caracterizează prin dezvoltarea puternică pe verticală. În partea inferioară ei sînt apoși, în mijloc au construcție mixtă, iar în partea superioară sînt formați din cristale de gheață. Ei dau precipitații sub formă de averse.

Observațiile asupra norilor constau în determinarea cantității, formei și înălțimii. Cantitatea se determină în grade (în scara de la 1 — 10), astfel:

0 reprezintă cerul senin complet, iar 10 complet acoperit, 1, 2, 3 etc. înseamnă că din bolta cerească este acoperit 1/10, 2/10, 3/10 etc. Înregistrarea cantității se face sub formă de fracție, la numărător se notează cantitatea totală de nori, iar la numitor cantitatea norilor inferiori.

Precipitațiile atmosferice

Precipitațiile atmosferice reprezintă direct sau indirect sursa naturală de aprovizionare cu apă a solului. Caracteristicile precipitațiilor pe teritoriu indică într-o anumită măsură zonele de umiditate. Zonalitatea reală a umidității nu depinde numai de precipitații și temperatură, ci și de proprietățile hidrofizice ale solului și de particularitățile biologice ale învelișului vegetal respectiv.

Învelișul vegetal reține o bună parte din cantitatea de precipitații. O pădure densă de conifere reține aproximativ o treime din precipitațiile căzute, o pădure de foioase compactă cca. 20%. De asemenea lanurile cultivate rețin din precipitațiile căzute 15—35%, proporția de precipitații care ating suprafața solului variază între 65 și 85%.

Precipitațiile care coincid cu fazele critice ale plantelor au maximum de randament. Nevoia plantelor față de apă este diferită. Pentru o justă evaluare a condițiilor de umiditate este necesar să se cunoască necesitățile față de apă, mai ales în perioadele critice, precum și proporția în întreg ciclul de vegetație.

Precipitațiile care cad în afara perioadei de vegetație (în anotimpul rece), sub formă de zăpadă sau ploaie, reprezintă o sursă de aprovizionare cu apă a solului, folosită de plante îndeosebi în prima jumătate a anotimpului cald. Roua este de asemenea un element al precipitațiilor atmosferice cu importanță mare în perioadele de secetă. Ea apare ca o sursă suplimentară de apă care cade pe sol și pe plante. În anumite condiții de timp picăturile de rouă favorizează răspîndirea unor agenți patogeni din grupa ciupercilor și influențează condițiile de lucru al mașinilor de recoltat, micșorînd productivitatea lor.

Stratul de zăpadă, păstrîndu-se multă vreme la suprafața solului, exercită o influență asupra regimului de temperatură și umiditate a acestuia. Zăpada reprezintă o sursă principală pentru refacerea apei din sol. Pe de altă parte, topirea bruscă a zăpezii poate crea o scurgere puternică a apei la suprafața solului, care nu reușește astfel să o absoarbă decît în foarte mică măsură.

Zonele de stepă absorb apa provenită din topirea zăpezii mai repede, aceasta constituind 30—50% din rezerva de apă a solurilor la desprimăvărare. Apa rezultată din topirea zăpezii este absorbită în special de solurile uscate la venirea iernii și aceasta mai ales în iernile instabile, cînd solurile nu îngheață în profunzime. Solurile saturate din toamnă și cele înghețate în profunzime absorb mai puțină apă.

Avînd un rol de protecție pentru sol și culturile de toamnă, zăpada determină în același timp răcirea stratului de aer de deasupra acesteia, deoarece

posedă o mare capacitate de reflecție. (Albedoul reprezintă 70—80% din totalul radiației). De aceea, încălzirea sub acțiunea radiațiilor solare este infimă. Pierderile de căldură sînt însă foarte mari, ceea ce face ca suprafața acestuia să fie mai rece decît aerul de deasupra și solul de sub zăpadă.

Variațiile temperaturii solului acoperit cu zăpadă sînt mult mai mici decît ale celui descoperit. Variația temperaturii solului sub un strat de zăpadă de 60 cm este aproape nulă chiar în cazul cînd amplitudinea temperaturii aerului ajunge la 30°C.

O mare importanță are caracterul așternerii zăpezii. Un strat uniform de zăpadă cu o densitate relativ omogenă ameliorează sensibil regimul termic al solului.

Cînd stratul de zăpadă se formează pe solul înghețat și cultura are o masă vegetativă bine dezvoltată, se creează condiții nefavorabile de iernare a acesteia.

Se analizează în continuare mecanismul formării precipitațiilor, mersul zilnic și anual al acestora și repartiția lor teritorială.

Pentru ca particulele condensării sau sublimării vaporilor de apă, care alcătuiesc norii, să ajungă la suprafața pămîntului, este absolut necesar ca în interiorul masei noroase particulele acestuia să crească în greutate, astfel că, în căderea lor spre pămînt, să poată învinge rezistența aerului și să nu se evapore în stratul de aer de sub nori. Creșterea particulelor în interiorul oricărui nor se datorește:

— existenței în permanență a stării de turbulență, picăturile de apă avînd posibilitatea să se contopească prin ciocnire sau să crească în greutate datorită fenomenelor de condensare și sublimare a vaporilor de apă;

— forței gravitației terestre, precum și mișcării browniene; astfel, dacă picăturile de apă sau cristalele de gheață din nor ating diametrul de *20—50*, acestea încep să se asocieze și deci să-și mărească viteza de cădere;

— existența mișcării verticale din interiorul norului; mișcarea ascendentă asigură scăderea temperaturii aerului — deci starea de suprasaturație a vaporilor de apă precum și ridicarea particulei noroase în interiorul norului, de unde, în cădere, aceasta crește în volum (fenomenul de coalescență).

În norii care dau precipitații de o durată mai lungă este necesară existența celor două faze ale apei lichidă și solidă, deoarece pînă la atingerea dimensiunilor necesare căderii, creșterea picăturilor de apă are loc în urma diferenței dintre tensiunea maximă (forța elastică maximă) a picăturii de apă (E_a) și tensiunea maximă deasupra cristalului de gheață (E_g).

Datorită faptului că $E_g < E_a$, urmează o trecere (o evaporare) a apei de pe picăturile de apă pe cristalele de gheață. În urma acestui proces, asemănător distilării, cristalele de gheață cresc pînă la dimensiunile care le permit căderea către baza norului. Aici, atingînd temperaturi pozitive, se transformă în picături de apă destul de mari.

La latitudinile geografice polare temperate, precipitațiile atmosferice cad în cantități apreciabile numai din norii cu structură fizică neomogenă (Cumulonimbus, Nimbostratus etc.) rareori se întîmplă să cadă precipitații și din norii Stratus, Stratocumulus și Cumulus, cînd aceștia au o structură omogenă.

Temperatura la baza norului, precum și temperatura stratului de aer dintre aceasta și suprafața terestră, determină forma sub care ajung precipitațiile la pămînt (lichidă sau solidă).

S-a constatat că într-un nor există o legătură între cantitatea de apă înglobată în particulele norului și cantitatea precipitațiilor ce eventual ar putea cădea din aceasta. Astfel, cantitatea de apă, sub formă de precipitații, ce ajunge la suprafața pămîntului este de 2—3 ori mai mare decît cantitatea de apă înglobată în particulele noroase. Aceasta se datorește, pe de o parte, faptului că în norul respectiv pătrund, prin difuzie, noi cantități de vapori de apă, pe de altă parte, că în masa norului, procesul de condensare are loc continuu.

De asemenea între suprafața norului și zona pe care cad precipitațiile există raportul aproximativ de $^1/_2$, deoarece nu toate picăturile de apă care cad din nor ajung la pămînt, unele evaporîndu-se în timpul căderii. În cazul cînd particulele în cădere se evaporă, precipitațiile se văd căzînd sub forma unor fîșii, care nu ajung la suprafața pămîntului; fenomenul se numește virga.

Precipitațiile atmosferice se pot clasifica:

— după condițiile de formare (geneză) și forma sub care ajung la suprafața pămîntului în: ploaie, zăpadă, lapoviță, burniță, măzăriche și grindină;

— după intensitatea lor în: precipitațiile continue și sub formă de averse.

Principalele forme de precipitații

Ploaia este o categorie de precipitații lichide cu diametrul picăturilor între 2 și 5 mm. Observațiile au arătat că picăturile de ploaie cu diametrul mai mare de 7 mm nu ajung la suprafața pămîntului, deoarece, în cădere ele se turtesc și se divid în picături mai mici. Viteza de cădere a picăturilor de ploaie cu diametrul de 3 mm este de 8 m/s. Ploaia cade din norii Nimbostratus, Cumulonimbus și Altostratus.

Zăpada se prezintă sub formă de fulgi, la care se observă o mare variabilitate de formă: mai simple (ace, bastonașe, plăcuțe și steluțe) sau mai complicate (steluțe brumate, sub formă de arici, bastonașe cu plăcuțe sau steluțe cu 12 colțuri etc.).

Dimensiunile fulgilor de zăpadă luate separat sînt, de asemenea, foarte variate; cele mai mari dimensiuni sînt observate la steluțele brumate (raza acestora atinge 4—5 cm).

În norii cu structură mixtă se observă deseori că fulgii de zăpadă, la ciocnirea lor cu picăturile lichide dar în stare de supratopire, iau forme de granule amorfe. Contopirea fulgilor de zăpadă este uneori atît de intensă, încît diametrul acestor formații poate să ajungă pînă la 5—6 cm, uneori chiar mai mult. Pentru aceasta este necesar ca temperatura să fie relativ ridicată, turbulența ridicată în masa noroasă și vînt slab (1—2 m/s). Cînd temperatura scoarței terestre și a straturilor de aer învecinate cu aceasta este mai mică decît 0°C, iar mișcarea aerului slabă, zăpada se așterne în strat continuu.

Zăpada este rea conducătoare de căldură avînd conductibilitatea termică ($3 \cdot 10^{-4}$ cal/cm) de 10 ori mai mică decît aceea a solului. Astfel se explică rolul protector al zăpezii, care diminuează adîncimea de pătrundere a înghețului din sol.

În meteorologie, stratul de zăpadă se caracterizează prin grosime și prin densitate, care permit determinarea rezervei de apă în sol. Densitatea zăpezii oscilează între valori destul de mari, de la 0,04—0,1 g/cm³ pentru zăpada proaspăt căzută, pînă la 0,6 —0,7 g/cm³ pentru stratul vechi de zăpadă.

Lapovița este alcătuită din fulgi de zăpadă amestecată cu picături de apă. Lapovița se formează cînd în stratul de aer dintre masa noroasă și suprafața terestră temperatura aerului este cu cîteva grade superioară temperaturii 0°C. Lapovița provine mai ales din norii Nimbostratus.

La latitudinile noastre lapovița se semnalează la începutul și sfîrșitul anotimpului rece.

Burnița este alcătuită dintr-un mare număr de picături mărunte, cu rază mai mică de 0,25 mm. Din cauza ordinului mic de mărime, aproape că nu prezintă o mișcare dirijată: picăturile fac impresia că plutesc în aer. Cade din norii Stratus și Nimbostratus, și uneori în urma disipării ceței, fiind tipică maselor de aer cald de origine maritimă sau oceanică. Intensitatea burnițelor nu depășește 0,25 l/oră, iar viteza de cădere în aerul liniștit este cuprinsă între 0,3 și 2 m/s.

Măzărichea este alcătuită din granule puternic înghețate, provenite din fulgi de zăpadă sau din înghețarea picăturilor de apă în stare de suprarăcire. Diametrul acestor granule poate atinge 4—7 mm. În funcție de conținutul în gheață sau zăpadă, măzărichea poate fi: moale (cu aspect buretos) și tare (de culoare albă-opacă).

Varietatea tare este confundată deseori cu grindina și cade din norii în care există o oarecare stare de turbulență dinamică; este specifică anotimpului rece.

Grindina este alcătuită din particule de gheață, cu forme destul de diferite, cristalizate sau amorfe, numite elemente de grindină. Ca structură, elementul de grindină prezintă mai multe straturi concentrice, care arată stadiile de evoluție pe care le-a suferit, începînd de la picăturile de apă și pînă cînd masa de gheață capătă greutatea necesară, pentru a învinge forța ascensională a curenților aerieni, caracteristici norului Cumulonimbus, care generează grindina. Diametrul elementelor de grindină este cuprins între 1 și 25 mm; uneori depășind chiar 5 cm. Creșterea grindinei se realizează pe calea coagulării sau cualescenții boabelor mai mici. Viteza de cădere a elementelor de grindină crește proporțional cu rădăcina pătrată a razei lor; de exemplu, un element de grindină cu raza de 6 mm cade cu o viteză de aproximativ 10 m/s, unul cu raza de 2,5 cm cu 25 m/s; iar cel cu raza de 5 cm, aproximativ cu 45 m/s.

După intensitate precipitațiile pot fi:

Precipitații continui, caracterizate prin intensitate slabă, durată lungă și acoperă suprafețe mari. Aceste precipitații sînt generate de fronturile calde sau mixte (ocluse). Cad sub formă de ploaie, lapoviță sau zăpadă.

Precipitații sub formă de averse sînt cele care încep și se termină brusc, dînd cantități mari într-un timp scurt. Ele aparțin maselor de aer instabil, a fronturilor reci și cad din norii Cumulonimbus sub formă de ploaie, zăpadă, măzăriche și grindină. Aceste precipitații prezintă o mare variabilitate în intensitate, fiind deseori însoțite de descărcări electrice și vijelii.

Variația precipitațiilor în timp

Precipitațiile atmosferice prezintă o mare variabilitate în timp, legată de factorii atmosferici care înlesnesc apariția norilor și formarea particulelor elementare ce cad sub acțiunea gravitației.

Variația zilnică a precipitațiilor este în mare măsură asemănătoare cu variația zilnică a nebulozității. Astfel, deasupra întinderilor mari de uscat, precipitațiile prezintă valori minime în timpul nopții și maxime în cursul după-amiezii; între acestea se mai intercalează, dimineața, cîte un maxim și un minim secundar. Pe oceane, precipitațiile prezintă un maxim în cursul nopții și un minim ziua.

Variația anuală a precipitațiilor. În cursul unui an, precipitațiile atmosferice cad diferit de la un anotimp la altul și de la o regiune la alta a globului. Astfel:

— în regiunea ecuatorului variația în timp de un an prezintă două maxime (aprilie și noiembrie) și două minime (ianuarie și iulie); diferențele de la o lună la alta sînt mici, deoarece în regiunea ecuatorială, ploile sînt abundente în tot timpul anului, ca urmare a curenților de convecție puternici;

— în regiunile tropicale și subtropicale se produce un minim vara și un maxim iarna;

— la latitudinile mijlocii și mari, deasupra continentelor se produce o valoare maximă în anotimpul călduros și una minimă iarna, iar deasupra oceanelor, precipitațiile prezintă o variație atenuată tot timpul anului.

În țara noastră, mersul anual al precipitațiilor se încadrează în regimul continental al latitudinilor, cu climat temperat, cu o valoare maximă vara (în iunie) și una minimă iarna (în februarie). Anotimpurile de tranziție (primăvara și toamna) primesc, în general, cam aceeași cantitate de precipitații, primăvara ceva mai mult decît toamna.

Repartiția precipitațiilor pe suprafața pămîntului

Distribuția precipitațiilor pe suprafața globului terestru este dictată de umiditatea aerului și de mișcările ascendente ale aerului.

Cantitățile de precipitații ce cad pe suprafața globului prezintă un caracter neregulat, depinzînd în special de latitudine (tabelul 4).

Cantitatea de precipitații se măsoară în l/m^2, în grosimea stratului de apă, în milimetri (1 mm = 1 l/m^2 precipitații).

Tabelul 4

Repartiția precipitațiilor pe glob, în funcție de latitudine

Latitudinea în °	0—10	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60—90
Cantitatea de precipitații în mm/an	1450	840	590	660	740	630	270

În regiunile tropicale, precipitațiile scad simțitor, iar în regiunile temperate cresc. Spre poli, cantitatea anuală a precipitațiilor scade simțitor. Maximul absolut al precipitațiilor anuale a fost înregistrat la Cerapundji (India) 12 700 mm/an și minimul absolut la Antofagasta (Chile) 1 mm/an. Cantitatea medie de precipitații care cade pe întregul glob terestru este de aproximativ 1 000 mm/an.

De asemenea, zăpada cade aproape pretutindeni în regiunile de uscat ale latitudinilor noastre și uneori se formează și în regiunile subtropicale (Asia-Mică, sudul Greciei și Italiei). La latitudinea de 45°, stratul de zăpadă are o durată medie de aproximativ o lună. Dincolo de cercul polar, zăpada persistă mai mult de 6 luni.

Repartiția precipitațiilor pe globul terestru se reprezintă pe hărți, prin unirea punctelor de egală cantitate de precipitații, cu liniile care se numesc *izohiete*.

Vîntul

Vîntul prezintă o mare importanță în agricultură, el influențează în special regimul elementelor meteorologice de lîngă sol și fitoclima lanurilor. În perioadele vînturilor puternice, o serie de particularități ale elementelor meteorologice de lîngă sol, determinate de microrelief, vegetație, sol etc. se atenuează sau dispar în mare măsură. În condiții de liniște și cu cer senin, aceste particularități se manifestă deosebit de pregnant.

Vîntul, producînd efecte de turbulență, amestecă stratul de aer de lîngă sol, asigură transportul aerului umed spre straturile superioare ale atmosferei și aduce în locul lui aer uscat. Schimbarea frecventă a aerului pe această cale favorizează intensificarea evaporației și transpirației și ca urmare o uscare mai rapidă a solului.

O mare importanță prezintă vîntul și pentru procesele de polenizare a plantelor. Un vînt moderat în perioada înfloririi plantelor anemofile asigură transportul polenului, favorizînd însăși fecundarea și formarea semințelor.

Vîntul are de asemenea importanță și la răspîndirea semințelor unor plante, acestea fiind adaptate pentru a fi transportate prin vînt la distanțe mari (păpădie, plop etc.). În lupta pentru existență, acest fapt are mare importanță, deoarece asigură conservarea și răspîndirea multor specii de plante.

Însă un asemenea sistem de transport al semințelor în multe cazuri aduce și pagube, întrucît favorizează și transportul semințelor de buruieni în culturi agricole.

Acțiunea mecanică a vîntului se manifestă deosebit de puternic, mai ales în viteze mari și aceasta în funcție de particularitățile locale, de timpul în care bat și de caracterul învelișului vegetal.

În regiunile păduroase, vîntul poate provoca doborîturi însemnate de copaci, în regiuni agricole, vara determină căderea plantelor și iarna viscolirea zăpezii (apar regiuni complet descoperite și zone întroienite, în funcție de obstacole).

Vînturile puternice usucă și mătură stratul superficial al solului, dezrădăcinînd și chiar rupînd plantele tinere, aceasta mai ales primăvara, în perioada uscată, cînd particule de sol uscate sînt antrenate de vînt și transportate la mari distanțe.

Prognoza stării timpului (noțiuni generale)

În evoluția condițiilor meteorologice se disting două tipuri de variații: periodice și neperiodice. Primele sînt determinate de mișcările constante ale pămîntului în jurul axei sale și în jurul Soarelui care determină schimbări permanente ale fluxului de radiație în diferite părți ale globului. Astăzi, variațiile zilnice și anuale ale înălțimii Soarelui deasupra orizontului sînt periodice și se imprimă în mare măsură în înseși oscilațiile stării timpului.

Este cunoscut faptul că, în genere, noaptea este mai frig decît ziua și că în emisfera nordică timpul se încălzește treptat de la iarnă spre vară. Pe fondul acestor legi generale însă, apar fluctuații neperiodice atît la scara diurnă cît și anuală.

De multe ori noaptea, în loc de scădere, se observă o creștere a temperaturii, iar în evoluția anotimpuală a vremii se constată răciri și încălziri puternice, care se abat de la tendința generală amintită.

Sînt cunoscute încălzirile în timpul iernii în care se produce reluarea vegetației, de exemplu, în luna februarie. Alteori frigul și zăpada se prelungesc și în cursul lunii martie, iar brumele și înghețurile nocturne în condițiile țării noastre apar frecvent în cursul lunii aprilie și sporadic în mai.

Nu mai puțin capricioasă este evoluția precipitațiilor sub diferite forme (ploaie, ninsoare, lapoviță, grindină etc.).

Cauza variațiilor neperiodice în starea timpului constă în transportul maselor de aer la scara mare.

În atmosferă există un sistem foarte complex, ce determină schimbări permanente în intensitatea și direcția curenților de aer la diferite înălțimi și asigură deplasarea maselor de aer dintr-o zonă geografică într-alta; acest sistem se numește *circulația generală atmosferică*.

O imagine orientativă asupra circulației atmosferice se poate obține din hărțile care reflectă distribuția plurianuală a presiunii atmosferice și a vîntului.

Aceste hărți redau numai schema generală a circulației, rezultată din datele plurianuale și frecvența diferitelor valori ce caracterizează starea timpului.

Pentru a avea o imagine mai clară asupra factorilor care determină schimbările neperiodice în starea vremii, se analizează pe scurt circulația generală a atmosferei.

Circulația generală a atmosferei rezultă din mișcările de ansamblu ale curenților de aer de deasupra globului pămîntesc, prin care se realizează schimburile de căldură și umezeală între diferite zone ale suprafeței terestre și ale atmosferei.

Principala caracteristică a circulației generale a atmosferei este marea sa variabilitate în timp și în spațiu. Direcția și viteza deplasărilor maselor de aer și a fronturilor, precum și dimensiunile și dezvoltarea sistemelor barice oscilează atît în cursul anului, cît și de la un an la altul.

Circulația generală a atmosferei este determinată de:

— repartiția inegală a energiei solare pe suprafața terestră, ca efect a formei de geoid a globului pămîntesc și a înclinării axei sale de rotație pe planul elipticei;

— natura eterogenă a suprafeței Pămîntului (continente, oceane etc.) care determină transformarea sau consumarea în mod diferențiat a energiei solare în diversele procese de la suprafața globului sau din atmosferă, avînd ca efect încălzirea inegală a aerului;

— mișcarea, rotația Pămîntului care dă naștere forței de abatere a lui Coriolis.

Pentru a înțelege mai ușor schema circulației generale reale a atmosferei, trebuie să se analizeze întîi mecanismul acestei circulații în situația imaginară a unui glob terestru, cu o suprafață omogenă și uniformă, însă imobil, în jurul căruia se rotește Soarele în planul ecuatorial.

După cum este cunoscut, cauza inițială a mișcărilor din atmosferă este încălzirea neuniformă a diferitelor porțiuni ale suprafeței Pămîntului și a regiunilor corespunzătoare din atmosferă, fapt ce determină neomogenități atît în cîmpul termic, cît și în cel baric.

În acest caz între aerul din regiunile reci ale polilor și cel din regiunea încălzită a ecuatorului se va stabili o circulație simplă, de natură termică, sub forma unor inele închise, asemănătoare meridianelor.

Aerul puternic încălzit din zona ecuatorială se dilată și se ridică pe verticală în timp ce la poli, datorită contractării prin răcire, el va căpăta o mișcare descendentă. Această situație face ca la înălțime presiunea atmosferică să fie mai mare deasupra ecuatorului, decît deasupra polilor.

La suprafața terestră situația ar fi inversă, presiunea atmosferică crescînd în mod uniform de la ecuator spre poli, iar repartiția izobarelor suprapunîndu-se peste cea a paralelelor geografice. Din acest motiv, în altitudine apar gradienți barici, orientați de la ecuator spre poli, iar la nivelul suprafeței Pămîntului, orientați de la poli către ecuator. Aerul se va scurge în direcția meridianului în sensul celor doi gradienți, formînd curenți de sens opus. Astfel, ar lua naștere o circulație simplă, sub formă unui inel închis, prin curenții ascendenți de la ecuator și cei descendenți de la poli (fig. 8).

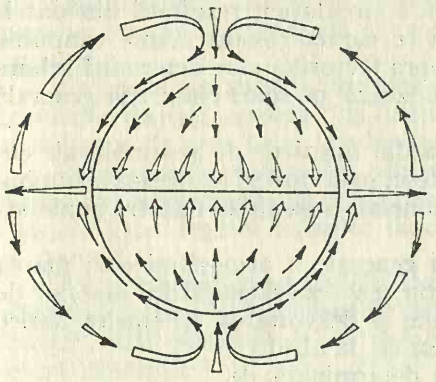


Fig. 8 — Schema circulației atmosferice deasupra unui glob terestru omogen în absența forței de abatere a mișcării de rotație

În urma mișcării de rotație a Pământului și a influenței neomogenității suprafeței terestre, circulația simplă în sensul meridianelor suferă profunde modificări. Ea se fragmentează în cîteva circuite cu un pronunțat caracter zonal.

Astfel, în zona ecuatorială, datorită intensei încălziri se dezvoltă puternic curenți de convecție termică, care ajung pînă la înălțimea de 8 km. La aceste înălțimi, sub influența gradientului baric, orientat spre cei doi poli, masele de aer se dirijează către tropice sub forma a doi curenți de altitudine. Această revărsare permanentă a aerului spre latitudinile mai înalte menține tot timpul, în zona ecuatorială un regim baric depresionar. Sub influența forței lui Coriolis cei doi curenți de aer din altitudine suferă o abatere treptată de la direcția gradientului baric spre dreapta în emisfera nordică și spre stînga, în emisfera sudică.

Abaterea cea mai mare se produce la latitudinile de 30—35°, unde cei doi curenți capătă o direcție vest-est în ambele emisfere. Din acest motiv, deplasarea maselor de aer spre cei doi poli încetează, producîndu-se totodată o aglomerare a lor la latitudinile subtropicale, din cauza convergenței direcției curenților.

În urma acestei îngrădiri de aer se dezvoltă o mișcare descendentă generalizată, ceea ce determină apariția în ambele emisfere a celor două brîuri de presiune ridicată subtropicală, de origine dinamică.

Din cauza existenței uscatului supraîncălzit, aceste inele de mare presiune atmosferică se întrerup. Apar astfel regiuni anticiclonice cu caracter permanent pe oceane (ex. în emisfera nordică, anticiclonul Azorelor, anticiclonul din regiunea insulelor Hawaii).

Prezența acestor sisteme permanente de presiune ridicată în zona subtropicală creează în atmosfera inferioară gradienți barici, orientați spre minimul ecuatorial. Se formează astfel curenți de aer care se deplasează spre ecuator, avînd un pronunțat caracter de stabilitate în timpul anului, mai ales pe oceane. Acești curenți, numiți alizee, suferă și ei acțiunea lui Coriolis, căpătînd o direcție NE—SV în emisfera nordică și SE—NV, în cea sudică.

La scară mare circulația aerului în emisfera nordică este prezentată în figura 9.

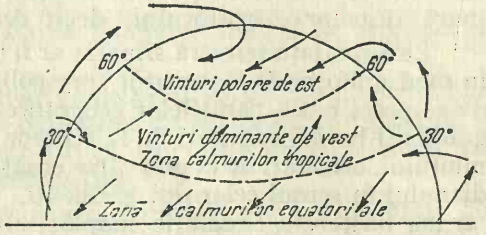


Fig. 9 — Circulația aerului în emisferă nordică

Țara noastră, fiind situată în preajma paralelei 45°N, se găsește într-o zonă în care vînturile dominante sînt cele de vest.

Așa cum reiese din cele de mai sus, factorul motor care pune în mișcare și întreține circulația aerului într-o regiune oarecare, îl constituie diferența de presiune atmosferică ce se stabilește între diferitele sectoare ale acelei regiuni. Cu cît această diferență, raportată la unitatea de distanță, va fi mai mare, cu atît circulația aerului va fi mai intensă.

În regiunile în care aerul este aglomerat, se formează centre denumite „maxime barometrice", sau anticicloni, în altele, unde aerul este rarefiat, se formează depresiuni atmosferice, denumite „minime barometrice" sau cicloni.

Așa se explică existența unui cîmp de joasă presiune atmosferică la ecuator și a unui cîmp de presiune ridicată la poli.

Dacă nu ar exista rotația Pămîntului și nici diferitele forme de relief, aerul s-ar scurge în mod direct de la anticiclon către ciclon, adică de la zona de presiune ridicată spre cea coborîtă. În realitate însă circulația aerului este mai complexă. În cazul maximului barometric curenții de aer exercită o mișcare de rotație în sensul acelor ceasornicului, iar în cazul depresiunii în sens invers.

Cele de mai sus se referă la emisfera nordică. În cazul emisferei sudice orientarea circulației în cicloni și anticicloni este inversă celei din emisfera nordică.

Faptul se explică prin tendința vîntului de a se abate la dreapta (în emisfera nordică) și la stînga (în emisfera sudică) față de direcția sa inițială, datorită rotației Pămîntului.

Ciclonii și anticiclonii se întind pe suprafețe enorme de sute și uneori, mii de kilometri în diametru. Ei pot fi asemuiți cu roțile unui uriaș angrenaj, în continuă mișcare (fig. 10). De aceea ciclonii și anticiclonii, care au o viață mai îndelungată, menținîndu-se în anumite regiuni, poartă denumirea de centri de acțiune ai atmosferei și imprimă caracteristicile esențiale ale circulației aerului pe glob.

În activitatea de prevedere se folosește frecvent în afară de noțiunile de ciclon și anticiclon, și aceea de *masă de aer* despre care s-a vorbit în prima parte a acestui capitol.

Se știe că în cursul deplasării lor, masele de aer își modifică treptat proporțiile datorită contactului cu diferite suprafețe terestre, păstrîndu-și însă un timp îndelungat caracteristicile fundamentale ale originii lor.

În funcție de centrele de origine, masele de aer sînt denumite tropicale, polare, sau arctice, oceanice, continentale etc.

Țara noastră este străbătută de mase de aer de diverse tipuri, ce imprimă timpului caractere diferite (fig. 11). Sînt interesante îndeosebi pătrunderile de aer ma-

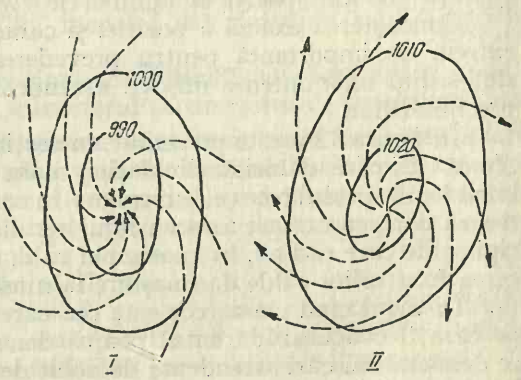


Fig. 10 — Izobarele și direcțiile curenților în partea inferioară a ciclonilor (*I*) și anticiclonilor (*II*)

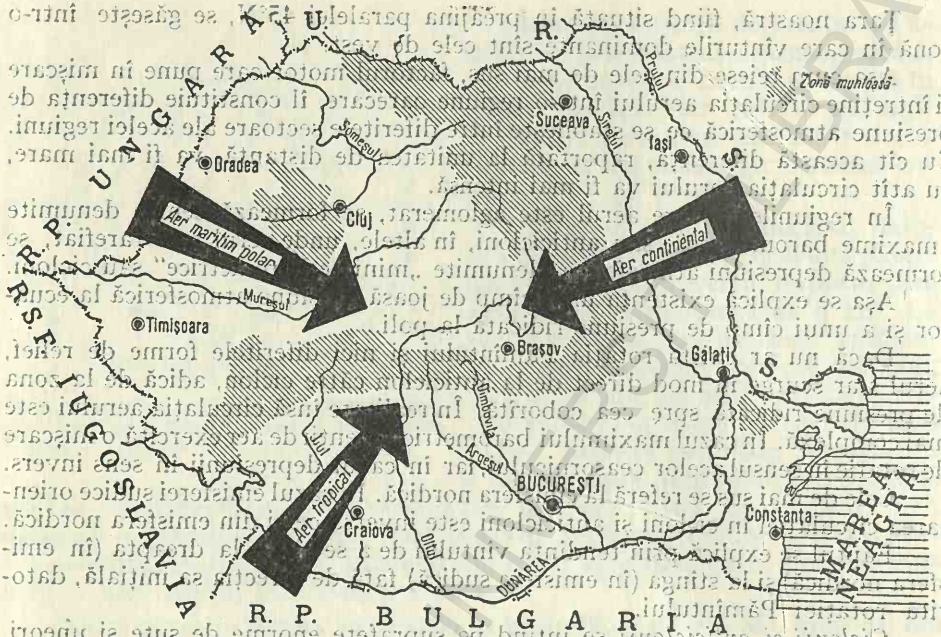


Fig. 11 — Masele principale de aer care influențează timpul în țara noastră

ritim polar, venind din direcția nord-vest care dau vara numeroase ploi sub formă de averse. În cursul iernii, crivățul aduce cu sine aer continental polar, format în anticiclonul siberian, ceea ce impune vremii un aspect geros.

Masele de aer vin în contact cu altele. În zona unde se face trecerea de la o masă de aer la alta învecinată, caracteristicile esențiale ale maselor de aer și în primul rînd temperatura variază în mod brusc. Asemenea zone relativ înguste (5—30 km), poartă denumirea de *fronturi atmosferice sau zone de separație.*

Cunoașterea exactă a poziției și caracterului fronturilor atmosferice este extrem de importantă pentru prevederea timpului. Fronturile atmosferice sînt sediul unor intense mișcări ascendente, care duc la formarea norilor și precipitațiilor.

În figura 12-a este prezentat, în secțiune verticală, un *„front" cald*, adică „front" în care datorită circulației, masa mai caldă este cea care avansează, luînd locul aerului rece ce se retrage. În zona de separație și deasupra ei se formează nori, ca urmare a ascensiunii aerului cald peste perna de aer rece. Precipitațiile care cad au, în anotimpul cald, caracter de ploi generale, iarna trecerea fronturilor calde dau naștere la ninsori abundente.

În cazul cînd masa rece este cea care avansează luînd locul aerului cald pe care îl evacuează, frontul poartă denumirea de *front rece.* În acest caz se dezvoltă mișcări ascendente deosebit de puternice, ceea ce dă naștere norilor de tipul Cumulonimbus (fig. 12-b) din care cad averse, iar vara se produc descărcări electrice. Trecerea fronturilor reci este însoțită de intensificări bruște

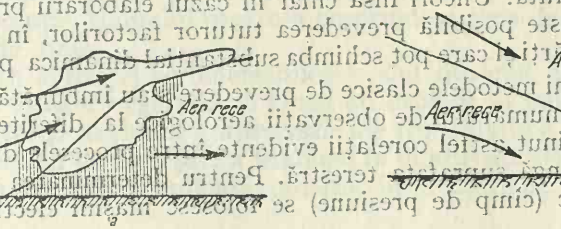


Fig. 12 — Secțiunile verticale:
a — frontul cald; *b* — frontul rece

ale vîntului, care iau uneori forma unor adevărate vijelii. Ele se datoresc diferențelor de temperatură dintre zonele, în care cad aversele de ploaie și unde aerul se răcește și cele învecinate cu mult mai calde.

Fronturile, atît cele calde cît și cele reci, se dezvoltă în depresiuni, unde condițiile de circulație și mișcările ascendente care caracterizează aceste formații barice le sînt propice. Trecerea ciclonilor și a fronturilor, care îi însoțesc, peste o regiune sau localitate oarecare, provoacă schimbarea timpului, cerul se înnorează și cad precipitații.

Serviciul de prevedere a timpului

Pentru elaborarea prevederii timpului se folosesc foarte multe observații asupra condițiilor atmosferice de la numeroase stații meteorologice răspîndite pe teritorii întinse.

La baza lucrărilor de prevedere a timpului stă *metoda sinoptică*. Observațiile din rețeaua stațiilor dintr-o anumită țară se comunică la centrul serviciului de prevedere care apoi le comunică în alte state. Astfel, la cîteva ore după observații se întocmesc hărțile sinoptice de starea timpului. O asemenea hartă reflectă starea timpului într-un moment dat deasupra unui teritoriu mare.

Pe hartă se trec valorile de presiune atmosferică, temperatura și umiditatea aerului, vîntul, nebulozitatea, caracterul și cantitatea de precipitații etc.

Ținînd seama de complexitatea proceselor meteorologice ce se desfășoară în cuprinsul atmosferei, datele de observații de la nivelul solului se completează cu date privind structura atmosferei la înălțime. Analizînd condițiile atmosferice și schimbările lor după hărțile zilnice precedente, serviciile de prevedere a timpului (sinopticienii) ajung la anumite concluzii în privința proceselor atmosferice, stabilind evoluția și deplasarea lor. Pe baza acestora se prognozează situația sinoptică ulterioară, presupunerea argumentată despre dezvoltarea proceselor atmosferice deasupra teritoriului respectiv pe viitor. Rezolvarea acestei probleme dă posibilitatea prevederii stării timpului.

Metoda principală utilizată în prognoze este extrapolarea în timp, adică presupunerea că obiectele sinoptice vor păstra în oarecare măsură ritmul deplasă-

rii și evoluției pe care au avut-o în momentul de față. Cele mai sigure prognoze sînt cele de scurtă durată. Uneori însă chiar în cazul elaborării prognozelor de scurtă durată nu este posibilă prevederea tuturor factorilor, în special a celor care nu apar pe hărți și care pot schimba substanțial dinamica proceselor.

În ultimii 40 de ani metodele clasice de prevedere s-au îmbunătățit foarte mult datorită creșterii numărului de observații aerologice la diferite înălțimi în atmosferă, s-au obținut astfel corelații evidente între procesele din atmosfera liberă și cea de lîngă suprafața terestră. Pentru determinarea stării actuale a cîmpului baric (cîmp de presiune) se folosesc mașini electronice de calcul.

În unele cazuri se pot face prognoze locale după observațiile unei stații, spre ex.: ceață radiativă, sau înghețurile primăvara și toamna, care de obicei apar în nopțile cu răcirea suprafeței terestre prin radiație. Scăderea temperaturii în acest caz depinde de starea timpului în noaptea respectivă (senin sau noros), starea umidității și temperaturii aerului vîntos sau calm etc.

După ce se prelucrează datele plurianuale de la stația respectivă, se întocmesc tabele și formule de corelații între elementele cu ajutorul cărora se pot face prevederi. Corelațiile statistice găsite pentru o stație nu sînt întotdeauna valabile și pentru alte stații, diferențele fiind determinate de amplasarea lor.

Prognozele la stații completează și precizează pe plan local pe cele sinoptice la scară mare.

Apropierea și trecerea fronturilor se reflectă asupra presiunii atmosferice și sistemului de nori. Dezvoltarea norilor de convecție înainte de amiază prezintă un indiciu pentru prevederea averselor spre sfîrșitul zilei.

Deoarece apropierile și trecerile ciclonilor și anticiclonilor sînt strîns legate de variația presiunii și vîntului, indicațiile barometrului și giruetei din locul de observație pot contribui la îmbunătățirea prognozei sinoptice pe plan local.

Desigur că aceste completări și precizări locale au valoare numai în cazul efectuării lor de către un specialist cu studii și experiență în activitatea respectivă.

O problemă mai complicată și mai slab dezvoltată o prezintă *prognozele de lungă durată*, adică pentru o săptămînă, o lună sau sezon. Pentru aceasta se folosesc metodele analogiilor.

Această metodă constă în desprinderea unor situații sinoptice asemănătoare din perioadele precedente.

Pentru ca asemănarea să fie cît mai evidentă se analizează condițiile atmosferice pe o perioadă lungă de timp, în trecut. (Această perioadă poate să varieze de la cîțiva ani pînă la mai multe decenii). Se pleacă de la premisa că în condiții meteorologice similare pot fi întrevăzute evoluții asemănătoare în starea vremii. Dificultatea esențială constă în faptul că situații sinoptice absolut identice practic sînt imposibil de găsit și de aceea se compară situații cît mai apropiate.

În etapa actuală în afara comparării situațiilor analoge din punct de vedere sinoptic, se fac studii retroactive la scara deceniilor și chiar a secolelor asupra evoluției timpului pentru a desprinde o serie de legități în succesiunea stărilor de timp.

Pentru aprecieri agrometeorologice sînt deosebit de utile și comparațiile între anii în care vegetația și fauna au evoluat în mod analog. Se studiază în acest sens și secțiunile transversale ale trunchiurilor de copaci pentru comparația inelelor de îngroșare a lemnului în diferiți ani și alte fenomene biologice din lumea vegetală și animală, puternic influențate de starea vremii.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Capitolul II

Resursele climatice ale României și caracteristicile lor agroproductive

Caracterizare generală

Teritoriul României se caracterizează printr-o mare varietate de nuanțe, determinate de complexitatea și fragmentarea reliefului, precum și prin diversitatea proceselor atmosferice, condiționate de localizarea geografică a țării și de poziția sa față de principalele componente ale circulației generale ale atmosferei (Harta anexată).

Ca și în alte regiuni, acești factori genetici principali ai climei acționează în strînsă legătură și se condiționează reciproc; pe teritoriul României această interacțiune este foarte evidentă.

De exemplu, invaziile aerului rece și umed din nord-vest și vest, în Transilvania, sînt încetinite și barate de lanțul muntos al Carpaților, ceea ce provoacă ascensiunea forțată a aerului pe pantele munților. Astfel, în perioada caldă a anului, scăderea temperaturii, efect al advecției aerului rece, este intensificată pe pantele nordice și vestice ale lanțului carpatic, pe de o parte, prin procesele de răcire adiabatică, iar pe de altă parte de norii care formează un ecran în fața soarelui, umbrind terenul, precum și de consumul mare de căldură, necesară pentru evaporarea precipitațiilor căzute. În aceste condiții, raportul dintre componentele bilanțului căldurii se modifică esențial, ceea ce se reflectă în repartiția vegetației și a solurilor pe pantele respective.

Cînd invaziile din nord-vest și vest sînt mai active, iar masele umede și reci de aer au o mai mare dezvoltare verticală, acestea trec peste lanțul muntos al Carpaților provocînd pe pantele estice și sudice — adăpostite—dezvoltarea pronunțată a acestor procese de föhn. Acțiunea repetată a

BCU CLUJ / UNIVERSITY LIBRARY

acestor procese este de asemenea clar evidențiată de repartiția și tipologia vegetației și solurilor.

Föhnul se localizează uneori și pe pantele nordice ale Carpaților Meridionali și pe cele estice ale munților din zona Porților de Fier (în Oltenia de vest). În aceste regiuni, mai ales în nordul Munților Făgăraș (Țara Oltului), föhnul deși are o frecvență mai redusă, este foarte intens, ceea ce se explică prin marea înălțime relativă a culmilor și prin înclinarea accentuată a pantelor.

Iarna, aerul rece care se deplasează din estul continentului european spre Peninsula Balcanică invadează adesea numai Cîmpia Română și este de obicei blocat de culmile Munților Carpați. Asemenea invazii reci, de multe ori sînt legate de dezvoltarea unei dorsale anticiclonice. Aceasta determină scăderi și mai accentuate ale temperaturii aerului (inversiuni), care stagnează timp îndelungat deasupra suprafeței reci a cîmpiei (cu strat de zăpadă sau sol înghețat). În unii ani, temperaturile minime ale aerului pot să ajungă la cîmpie pînă la —20°—30°C. La înălțime, apar uneori inversiuni termice de sedimentare (specifice regimului anticiclonic), cu nori în partea lor inferioară. Aceștia acoperă cîmpia și regiunile deluroase. Culmile Carpaților rămîn descoperite deasupra norilor, avînd aspectul unor insule stîncoase.

Cînd însă în asemenea situații, în bazinul Mării Mediterane se dezvoltă activitatea ciclonică, transportul intens al aerului cald și umed din sud-vest care se produce la înălțime, determină precipitații (mai ales ninsori abundente sub formă de viscole) abundente în partea sudică a teritoriului țării (exp. iarna 1968—1969).

În lipsa dorsalei anticiclonice reci din nord-est, aerul tropical din sud-vest, care poate trece cu ușurință peste culmile Alpilor Dinarici, ale Carpaților și Balcanilor, provoacă iarna în Cîmpia Română creșteri bruște și foarte mari ale temperaturii aerului, dezgheț general și topirea zăpezilor. Vara, invazia aerului tropical produce o creștere puternică și rapidă a temperaturii pînă la 30°—35°C.

Astfel, la cîmpie diferențele dintre temperaturile maxime de vară și cele minime — excesive — de iarnă, pot depăși anual 50°—60°C. Asemenea valori ale amplitudinilor absolute sînt caracteristice regiunilor cu climă continentală pronunțată (ca de ex. regiunile estice ale părții europene a U.R.S.S.).

Influența Carpaților se manifestă de asemenea în modificarea dezvoltării proceselor atmosferice de mari dimensiuni. Astfel, sub acțiunea munților se modifică traiectoriile ciclonilor și dezvoltarea normală a acestora; prin escaladarea munților se deformează fronturile — mai ales cele reci (cînd se apropie de Carpați) și, în legătură cu toate acestea se produc schimbări ale timpului (modificări ale nebulozității, precipitațiilor, ale temperaturii aerului etc.). Exemple numeroase pot fi găsite în mod curent pe hărțile sinoptice.

Marea varietate a nuanțelor de climă de pe teritoriul R.S. România se explică în special prin ampla diversitate a condițiilor fizico-geografice ale țării. Ca factori naturali de producție pentru agricultura țării noastre, o importanță deosebită o prezintă resursele climatice ale cîmpiilor și dealurilor, precum și climatul zonei din estul Dobrogei, aflată sub influența Mării Negre.

Clima văilor închise și a înălțimilor înconjurătoare, cea a pantelor cu diferite orientări și înclinări, cea a văilor larg deschise și a defileelor înguste, în sfîrșit, cea a zonelor cu caractere geomorfologice similare, dar despărțite de culmi înalte orientate de la nord spre sud, sau de la vest spre est prezintă, desigur, particularități deosebite pentru agricultură, însă ele caracterizează de regulă teritorii restrînse, reflectînd în mare măsură influența condițiilor locale.

Clima cîmpiilor

Clima cîmpiilor (Harta anexată A,B) se caracterizează printr-o repartiție relativ uniformă în suprafață a unora din principalele elemente meteorologice și prin mari schimbări periodice și neperiodice ale acestora.

Valoarea anuală a bilanțului radiativ este cuprinsă între 38—40 Kcal/cm² în nord și 45—48 Kcal/cm² în sud. Temperatura medie a aerului în luna iulie depășește 20°—23°C, iar amplitudinile termice medii anuale trec de 22°C.

Cantitățile anuale de apă din precipitații sînt mai mici decît în celelalte trepte ale reliefului. Ploile cad vara la intervale mari, fiind însă abundente și de scurtă durată (de tip continental).

Fenomenele de iarnă au o durată relativ redusă. Stratul de zăpadă acoperă intermitent și discontinuu terenul, din luna decembrie pînă în martie. În unii ani cad ninsori efemere chiar toamna (octombrie-noiembrie) sau primăvara (aprilie). Iarna este destul de aspră în raport cu latitudinea țării. Fazele de ger alternează iarna cu dezghețul, moina, burnița și umezeala, specifice activității ciclonice și invaziilor de aer din sud-vest.

Trecerea de la iarnă la vară se face lent în cîmpiile vestice și relativ brusc în cele din sudul și estul țării (exceptînd zona litoralului unde prezența mării determină întîrzieri în trecerea de la un anotimp la altul).

În cadrul acestui tip de climă se deosebesc:

Cîmpia de Vest (A) sau Cîmpia Tisei. Acest ținut este frecvent acoperit de aerul temperat maritim.

Lanțul Carpaților îl adăpostește iarna dinspre nord-est împotriva invaziilor aerului rece continental. Vara, regiunea are un potențial termic relativ ridicat, temperaturile medii din luna iulie fiind mai mari de 20°C.

În timpul iernii, temperatura aerului este ceva mai mare în partea înaltă din est și din sud și scade atît spre nord, cît și spre vest, către partea joasă a Depresiunii Panonice, unde se stratifică aerul rece.

Amplitudinile medii anuale ale temperaturii cresc de la 22°C în est la peste 23°C în vest. Cantitățile anuale de apă din precipitații sînt cuprinse între 530 mm în partea vestică și 750 mm în cea estică. Ele cad în 115—130 zile pe an, mai abundente în mai și iunie.

Potențialul termic ridicat (suma anuală a temperaturilor mai mari și egale cu 10°C 3400 — 3500°), alternarea frecventă a zilelor senine cu perioade cu cer variabil și noros și un regim de umiditate în aer și sol apropiat de cerințele

R. P. UNGARĂ

R. S. FEDERATIVĂ IUGOSLAVIA

R. P. BULGARIA

MAREA NEAGRĂ

LEGENDA:

- Cîmpia A, B.
- Dealuri, podișuri, depresiuni C, D, E.
- Litoral F.
- Zona muntoasă G.
- Limite de provincie
- Limite de district
- Limite de raioane

Scara: 1:1.000.000

Harta pedoclimatică a R. S. România (Întocmită de: D. Teaci, O. Berbecel, F. Predel, Maria Eftimescu și M. Burt)

Anexă la legenda hărții pedoclimatice a R.S.R.

Provincii climatice	Districte climatice: Nr.	Temperaturi medii anuale °C	Precipitații medii anuale mm	Umiditatea aerului Minima %	Perioada fără îngheț în zile	Indici de ariditate De Martonne	Raioane: Nr.	Solurile dominante	Relieful	Hidrologia: Drenaj	Adîncimea apei freatice
A Temperat, cu influențe oceanice și Mediteraneene. Ierni blînde, veri calde cu 2—3 luni secetoase	I	10,5	550–600	<45	200–210	25	14 15 16 138 139 166	Cernoziomuri de stepă Cernoziomuri de stepă freatic umede Lăcoviști, soluri humicogleice, soluri saline Aluviale	Cîmpie plană Cîmpie depresionară Cîmpie depresionară Lunci	Perfect Imperfect Împiedicat Variabil	>5 2–5 0–3 0–4
	II	10–10,5	600–700	45–50	190–200	28–35	15 38 43 44 63 64 120 130 131 136 137 140 164 166	Cernoziomuri de stepă freatic umede Cernoziomuri levigate Cernoziomuri levigate freatic umede Brun-roșcate de pădure Brune de pădure Eroziuni puternice și excesive (brune de pădure) Negre necernoziomice (smolnițe pseudorendziene) Lăcoviști, soluri humicogleice, soluri saline Aluviale	Cîmpie depresionară Cîmpie plană Cîmpie depresionară Cîmpie, podiș Podiș Podiș fragmentat Cîmpie înaltă Cîmpie depresionară Lunci	Imperfect Perfect Imperfect Perfect Perfect Perfect Imperfect Împiedicat Variabil	2–5 >5 2–5 >5 >10 >10 >5 0–3 0–4
	III	9–10	600–700 deal 800	50–55	185–195	30–38 (45)	45 46 67 97 a 141 142 150 170	Cernoziomuri levigate freatic umede Brune de pădure Podzolice, local eroziuni Lăcoviști, soluri humicogleice, soluri saline Nisipuri și soluri nisipoase Aluviale	Cîmpie depresionară Podiș Dealuri premontane Cîmpie depresionară, lunci Cîmpie de dune Lunci	Imperfect Perfect Perfect Împiedicat Perfect Variabil	2–5 >5 >10 0–4 3–10 0–5
B Temperat de cîmpie cu influențe Mediteraneene. Ierni cu îngheț și dezgheț alternativ, veri calde cu 2—8 luni secetoase; precipitații maxime în iunie, minime în august-septembrie.	I	10,5–11,5	450–550	<45	200–225	21–25	12 13 34 35 36 37 148 149 156 160 161	Cernoziomuri de stepă Cernoziomuri levigate Nisipuri și soluri nisipoase Aluviale	Terase, cîmpie Cîmpie Cîmpie cu dune Lunci	Perfect Perfect Perfect Perfect	>10 >10 >10 0–10
	II	10–10,5	500–600	45–60	195–205	24–30	62 127 129 148 160 161	Brun-roșcate de pădure Negre necernoziomice (smolnițe pseudorendzine) Nisipuri și soluri nisipoase Aluviale	Cîmpie Cîmpie Cîmpie cu dune Lunci	Variabil Împiedicat Perfect Variabil	>10 >10 >10 0–10
	III	10–10,5	500–550	<45	190–220	24–27	12 33 156 159	Cernoziomuri de stepă Cernoziomuri levigate Aluviale	Terase, cîmpie Cîmpie cu crovuri Lunci	Perfect Perfect Variabil	>20 >10 0–10
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	3 4 7 8 9 10 7a 8a 10a 22 146 147 151 154 158 174	Bălane de stepă Cernoziomuri de stepă Cernoziomuri de stepă freatic umede Cernoziomuri levigate Nisipuri și soluri nisipoase Aluviale	Cîmpie Cîmpie cu crovuri Mijlocul interflu-[illegible] Cîmpie Cîmpie cu dune Lunci	Perfect Perfect [illegible] Perfect Perfect Variabil	>10 >10 >10 >10 0–10
	V	10–10,5	500–550	45	195–205	24–27	8 11 8a 29 30 31 32 174	Cernoziomuri de stepă Cernoziomuri de stepă freatic umede Cernoziomuri levigate Aluviale	Cîmpie Cîmpie cu crovuri Cîmpie Lunci	Perfect Împiedicat Perfect Variabil	>10 3–6 >10 0–10
	VI	10,5–11,5	360–450	45–55	205–230	17–23	2 5 6 23 125 126	Bălane de stepă Cernoziomuri de stepă Cernoziomuri levigate Eroziuni puternice și excesive (brune de pădure)	Podiș slab fragmentat Podiș ondulat Podiș slab fragmentat Podiș fragmentat	Perfect Perfect Perfect Perfect	>10 >10 >10 >10
	VII	10–10,5	530–580	<45	195–205	26–28	33 41 42 60 61 78 128 157 159	Cernoziomuri levigate Cernoziomuri levigate freatic umede Brun-roșcate de pădure Brune de pădure exogleice podzolite, local eroziuni Negre necernoziomice (smolnițe pseudorendzine) Aluviale	Cîmpie cu crovuri Cîmpie Cîmpie Cîmpie Cîmpie Zona de divagare	Perfect Împiedicat Variabil Perfect Variabil Variabil	>10 >5 >5 >5 >10 >5
	VIII	11	400–450	55–70	190–215	19–21	155 156	Aluviale	Lunci înalte	Variabil	>5
C Temperat submontan. Ierni blînde, veri moderat calde; precipitații maxime în mai-iunie și octombrie, minime în august-septembrie. Adăpostit prin lanțul Carpatic	I	9–10	500–650	45–60	185–190	30–36	79 80 112 121 162 163	Brune de pădure exogleice, podzolite, local eroziuni Brune podzolice local lăcoviști (depresiuni) Eroziuni puternice și excesive (brune de pădure) Aluviale	Podiș Con de împrăștiere Dealuri Lunci	Variabil Perfect Perfect Variabil	>10 >10 >10 0–10
	II	8–9	650–800	55–65	170–185	35–42	81 82 105	Brune de pădure exogleice podzolite, local eroziuni Brune podzolice local lăcoviști (depresiuni)	Dealuri fragmentate Depresiune	Variabil Împiedicat	>10 >10
	III	6–8	700—1000	60–75	160–170	45–55	83 84 122	Brune și brune podzolite de pădure, local eroziuni Eroziuni puternice și excesive (brune de pădure)	Dealuri fragmentate Dealuri înalte fragmentate	Variabil Perfect	>10 >10
	IV	6–8	600–700	45–60	160–185	35–40	48 59 86 123 176	Cernoziomuri levigate nordice și soluri cenușii de pădure Brune și cenușii de pădure, local cernoziomuri levigate, eroziuni Brune și brune podzolite de pădure, local eroziuni Eroziuni puternice și excesive (brune de pădure) Soluri și pajiști alpine	Terase slab fragmentate Dealuri fragmentate Depresiune deluroasă Dealuri fragmentate Dealuri înalte fragmentate	Perfect Variabil Perfect Perfect Perfect	>10 >10 >10 >10 >1.

Provincii climatice	Districte climatice: Nr.	Temperaturi medii anuale °C	Precipitații medii anuale mm	Umiditatea aerului Minima %	Perioada fără îngheț în zile	Indici de ariditate De Martonne	Raioane: Nr.	Solurile dominante	Relieful	Hidrologia: Drenaj	Adîncimea apei freatice
D Temperat continental. Ierni 3—5 luni moderat reci, veri moderat calde și reci, secete sporadice, precipitații puține toamna și iarna.	I	7–8	650–750	60–75	170–180	35–45	65 70 96 97b 103 104 106 114 116 117 118 119 165 167 179 180 181 182 183	Brune de pădure Brune de pădure cu eroziuni, local negre de fîneață Podzolice, local eroziuni Brune podzolice, local lăcoviști (depresiuni) Eroziuni puternice și excesive (brune de pădure) Aluviale Soluri și pajiști alpine	Platouri Platouri fragmentate Platouri fragmentate Depresiuni Dealuri fragmentate Lunci Munți, dealuri înalte	Perfect Perfect Perfect Variabil Perfect Variabil Perfect	>10 >10 >10 0–10 >10 0–5 >10
	II	8–9	550–700	60–70	170–190	30–38	66 73 75 115 132 168	Brune de pădure Brune de pădure cu eroziuni, local negre de fîneață Eroziuni puternice și excesive (brune de pădure) Negre necernoziomice (smolnițe pseudorendzine) Aluviale	Platouri Podiș puternic fragmentat Dealuri fragmentate Podiș fragmentat Lunci	Perfect Perfect Perfect Imperfect Variabil	>10 >10 >20 >10 0–10
	III	7,5–8,5	600–700	60–70	170–180	30–35	74 76 77 89 107 133 169	Brune de pădure cu eroziuni, local negre de fîneață Brune și brune podzolite de pădure, local eroziuni Brune podzolice, local lăcoviști (depresiuni) Negre necernoziomice (smolnițe pseudorendzine) Aluviale	Podiș puternic fragmentat Podiș puternic fragmentat Depresiune submontană Podiș fragmentat Lunci	Perfect Perfect Împiedicat Variabil Variabil	>10 >10 >10 >10 0–10
	IV	8–8,5	550–650	60–70	170–190	30–35	39 40 71 72	Cernoziomuri levigate Brune de pădure cu eroziuni, local negre de fîneață	Cîmpie înaltă fragmentată Dealuri fragmentate	Variabil Perfect	>10 >10
	V	7,5–8,5	650–800	55–70	170–180	35–45	68 69 91 97 98 100 101 113 171 172 173	Brune de pădure cu eroziuni, local negre de fîneață Brune și brune podzolite de pădure, local eroziuni Podzolice, local eroziuni Eroziuni puternice și excesive (brune de pădure) Aluviale	Podiș puternic fragm[illegible] [illegible] [illegible] fragmentate Cîmpie joasă Podiș puternic fragmentat Terase, lunci	Perfect [illegible] Variabil Imperfect Perfect Variabil	>10 >10 >5 >10 0–10
	VI	5–7	800–1000	60–80	120–150	50–60	87 88 90 92 93 94 95 102 177	Brune și brune podzolite de pădure, local eroziuni Podzolice, local eroziuni Soluri de pajiști alpine	Dealuri adînc fragmentate Terase, glaciasuri Dealuri fragmentate	Variabil Variabil Perfect	>10 >10 >10
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	60–75	155–165	35–45	[illegible] 143 144	Brune podzolice, local lăcoviști (depresiuni) Lăcoviști, soluri humicogleice, soluri saline	Depresiuni intramontane Depresiune	Împiedicat Împiedicat	>10 0–10
	VIII	4,5–6,5	700–800	60–75	130–150	40–55	110 111	Brune podzolice, local lăcoviști (depresiuni)	Depresiune deluroasă	Imperfect	>10
	IX	4–6	800-1000	60–80	130–150	55–70	99 178	Podzolice, local eroziuni Soluri de pajiști alpine	Depresiune deluroasă Dealuri	Imperfect Perfect	>10 >10
E Temperat continental accentuat. Ierni moderat reci, veri moderat calde; precipitații maxime în mai-iunie-iulie, minime în primăvară și toamnă.	I	9–10	400–480	<45	185–195	20–25	20 21 124 151 153	Cernoziomuri levigate Eroziuni puternice și excesive (brune de pădure) Aluviale	Cîmpie Podiș fragmentat Lunci	Perfect Perfect Variabil	>10 >10 0–10
	II	8,5–9,5	440–500	45–60	180–190	24–27	19 50 51 54 56 57 151 152 153	Cernoziomuri levigate Cernoziomuri levigate nordice și soluri cenușii de pădure Brune și cenușii de pădure, local cernoziomuri, levigate, eroziuni Aluviale	Cîmpie colinară Dealuri joase Dealuri și podiș fragmentat Lunci	Perfect Perfect Perfect Variabil	>10 >10 >10 0–10
	III	8–9	480–550	50–60	180–190	25–30	17 18 27 28 53 151	Cernoziomuri levigate Cenușii de pădure Aluviale	Cîmpie colinară Dealuri Lunci	Perfect Variabil Variabil	>10 >10 0–10
	IV	7–8	500–600	60–70	160–180	28–35	47 48 49 52 55 58 85 134 135 152	Cernoziomuri levigate nordice și soiuri cenușii de pădure Brune și cenușii de pădure, local cernoziomuri levigate, eroziuni Brune și brune podzolite de pădure, local eroziuni Negre necernoziomice (smolnițe pseudorendzine) Aluviale	Terase, dealuri Dealuri fragmentate Dealuri Depresiuni intracolinare Lunci	Perfect Perfect Perfect Împiedicat Variabil	>10 >10 >5 >5 0–10
F	I	10,5–11	350–400	55–70	230–235	17–20	1 24 25 26 145 175	Bălane de stepă Cernoziomuri levigate Nisipuri și soluri nisipoase Aluviale	Cîmpie litorală Podiș slab fragmentat Deltă Deltă	Perfect Perfect Perfect Variabil	3–6 >10 0–5 >5
G Montan, rece, extrem umed		−2...+4	800—1400	>70	0–100	>50	184	Soluri și pajiști alpine Brune de pădure, podzolice, rendzine (neanalizate)	Platforme fragmentate Dealuri înalte, munți	Perfect	>10

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

plantelor, fac din cîmpia vestică a țării una dintre cele mai prielnice zone sub aspect climatic pentru marea majoritate a culturilor agricole (grîu de toamnă, orz de toamnă, ovăz, porumb, floarea-soarelui, mazăre, fasole, cînepă, sfeclă de zahăr, tutun etc.). Iarna relativ blîndă permite o evoluție lentă a vegetației culturilor de toamnă chiar sub zăpadă (cryptovegetație), distrugerea plantelor de ger se produce cu totul sporadic și aceasta mai ales în cazul soiurilor neadaptate zonei (ex. San Pastore).

Desprimăvărarea se face mai devreme față de alte zone din țară, fapt care favorizează declanșarea și desfășurarea în bune condiții a campaniei agricole de primăvară.

Izoterma verii, depășind limita de 20°C, favorizează culturile pretențioase față de căldură. Anomaliile termice și pluviometrice sînt de asemenea mai puțin pronunțate decît în celelalte zone de șes ale țării, fapt ce imprimă o oarecare stabilitate a randamentului culturilor de la an la an.

Ca fenomene negative menționăm îndeosebi excesul de umiditate la suprafața solului pe terenurile joase și slab drenate din prima jumătate a primăverii.

Solurile caracteristice acestei cîmpii sînt: cernoziomuri de stepă drenate sau freatic umede, cernoziomuri levigate, soluri brun-roșcate și brune de pădure, lăcoviști și soluri aluviale. Repartiția teritorială și relieful specific zonei sînt redate în harta anexată.

Cu toate că în ansamblu productivitatea climatului este foarte ridicată, fertilitatea solurilor este rivalizată în genere de solurile din Bărăgan și parțial din Dobrogea, fapt care face ca la unele culturi (ex. grîu, floarea-soarelui, în unii ani chiar și porumbul) randamentul general al zonei să fie sub potențialul productiv al Bărăganului și al Dobrogei de sud-est.

Cîmpiile din sudul și estul țării (B) ocupă zonele de șes din Oltenia, cea mai mare parte a Munteniei, Dobrogei și sudul Moldovei, unde clima temperată continentală este caracterizată vara prin predominarea timpului senin, uscat și călduros, ca rezultat al transformării (continentalizării) maselor de aer, sub influența valorilor mari ale bilanțului radiativ (peste 120 Kcal/cm² an) și caloric.

Astfel aproape pe întreaga suprafață a Cîmpiei Române, valorile anuale ale temperaturii aerului sînt cuprinse aproximativ între 10°C și 11°C.

În repartiția amplitudinilor medii anuale ale temperaturii aerului cele mai mari valori sînt localizate în partea centrală a Cîmpiei Române (peste 26°C), tot aici înregistrîndu-se și temperatura maximă absolută (44,5°C la 10 august 1951). Ca și în alte regiuni cu climă continentală, temperaturile medii zilnice, corespunzătoare valorii medii anuale, se realizează în puține zile pe an. În această zonă, cea mai mare frecvență o au temperaturile medii zilnice cuprinse între 16°C și 25°C, precum și cele dintre 0°C și 4°C.

Precipitațiile de tip continental cad în cantități foarte variabile, la intervale mari și inegale, fiind mai abundente la începutul verii. Totalurile anuale de apă din precipitații, ca și frecvența acestora, scad în general către S-E, fiind mai mici decît în vestul țării. În timpul iernii, stratul de zăpadă nu este stabil. Invaziile de aer continental (din est) sau arctic (din nord) provoacă scăderi ale temperaturii între —10°C și —20°C, iar uneori chiar mai mult. Par-

tea estică a cîmpiei este expusă viscolului. Fazele de ger intens au o durată relativ redusă și nu se produc în toți anii. În luna ianuarie, zilele cu temperaturi medii pozitive sînt foarte frecvente. Invaziile aerului cald din sud-vest produc dezgheț general și topirea stratului de zăpadă.

La sfîrșitul primăverii și începutul verii se dezvoltă nori cumuliformi de convecție termică în timpul zilei — în special după amiaza — și uneori se intensifică ploile torențiale. Primăvara, încălzirea începe dinspre vest, unde și în timpul iernii temperatura aerului este mult mai mare decît pe Bărăgan. Vara, zona sudică a Cîmpiei Române (din lungul Dunării) și cea din Dobrogea centrală au cele mai mari valori ale bilanțului radiativ și caloric și ale temperaturii solului și aerului.

Oscilațiile puternice în evoluția regimului termic și de umiditate din aer și sol determină mari variații de recoltă de la un an la altul. Cu toate acestea, zona în ansamblul ei are un potențial agroproductiv ridicat (chiar foarte ridicat în Bărăgan și sudul Dobrogei). Aceasta se explică și prin proprietățile hidrofizice superioare ale solurilor (cernoziomuri de stepă, cernoziomuri levigate, soluri brun-roșcate de pădure etc.) care permit acumularea unor rezerve de apă însemnate în straturile profunde (în perioadele ploioase) și păstrarea acestora pentru consum în perioadele deficitare.

Dintre culturile care găsesc condiții prielnice în această zonă sînt de menționat: porumbul, grîul, floarea-soarelui, sfecla, lucerna, tutunul etc. Mai puțin prielnice sînt condițiile climatice ale acestei zone pentru culturile de cartof, cînepă, fasole, in, pentru fibre și alte plante sensibile la arșițele de vară și vînturile uscate.

Valorile anuale ale radiației totale ating aici 12 800 — 13 000 cal/cm^2, depășind astfel toate celelalte zone din țară. Așa se explică de ce în condiții de irigare (condiții în care se valorifică din plin resursele de căldură) producția totală de masă uscată la culturile de bază poate atinge și depăși cu ușurință 10 t/ha (în genere 2/3 din această cantitate la cereale este obținută sub formă de boabe, iar restul paie, coceni, pleavă etc.) Chiar și în culturi neirigate se obțin producții mari mai ales în estul zonei, dar nestabile de la un an la altul.

Cîmpiile Bărăganului și Siretului inferior sînt expuse iarna viscolului, iar vara invaziilor maselor de aer intens continentalizate.

Din aproximativ 110 zile de îngheț, numai în 30—35 de zile temperatura aerului rămîne negativă și în timpul zilei. În 80 de zile pe an se produce noaptea îngheț, iar ziua dezgheț. În ianuarie, temperatura medie lunară scade sub—3°C în partea centrală a Bărăganului și rămîne ceva mai ridicată spre valea Dunării și spre pantele subcarpatice. Anual, în 300 zile, temperaturile medii zilnice sînt mai mari de 0°C, iar dintre acestea în 190—200 de zile temperaturile depășesc 10°C. În luna iunie, media este de 22°C în apropierea Subcarpaților și de peste 23°C în sud-est. În semestrul cald, temperaturile maxime depășesc 25°C în 110—120 zile și 30°C în 40—60 zile. Temperaturile maxime absolute pot trece de 40°C, iar frecvența zilelor tropicale este mai mare decît în vestul Cîmpiei Române, ceea ce scoate în evidență caracterul continental al climei.

Cantitatea anuală de apă provenită din precipitații este redusă la mai puțin de 500 mm în vest și sub 400 mm în est (în apropierea văii Dunării). Evapotranspirația potențială depășește aceste cantități cu 300—400 mm anual. Vara, sînt caracteristice intervalele îndelungate (pînă la 80 — 100 zile) de secetă, cu timp senin, cu insolație, precum și permanența vîntului. Efectele secetei de vară sînt mai accentuate în cazul invaziilor de aer uscat din est sau nord și în regim anticiclonic.

La adăpostul Carpaților de curbură este localizată, pe cîmpie, regiunea supusă efectelor föhnului. Acestea se dezvoltă în timpul invaziilor dinspre nord-vest ale aerului umed, care în Transilvania lasă precipitații abundente pe versanții nordici ai Munților Buzăului și pe cei vestici ai Munților Vrancei.

Clima litoralului maritim

La clima litoralului maritim (F) din cauza predominării circulației vestice influența Mării Negre se resimte numai pe o zonă lată de 20 — 40 km de-a lungul litoralului, spre interiorul Dobrogei, lățimea maximă semnalîndu-se în sud.

Variațiile anuale și zilnice ale temperaturii sînt mai moderate decît în Dobrogea centrală și în Cîmpia Română. Amplitudinea termică anuală nu depășește 24°C în nord și 22°C în sud.

În evoluția anuală a temperaturii aerului se produce o întîrziere a fazelor de încălzire și răcire a aerului. Toamna este mai cald, iar primăvara mai rece decît în cîmpie, media temperaturii fiind în octombrie cu 3°—4,5°C mai mare decît în aprilie. Încălzirea de primăvară și primele înghețuri de toamnă se produc cu 7—10 zile mai tîrziu decît în Cîmpia Română, iar durata intervalului rece se reduce (în special în sud).

Deși durata intervalului cald este mai mare decît în cîmpie, numărul anual al zilelor excesiv de calde este redus (70—80 zile de vară și cca 10 zile tropicale). Durata intervalului anual fără îngheț ajunge la 220—230 zile, fiind mai mare decît oriunde în restul țării.

Precipitațiile sînt foarte variabile și se produc la intervale mari. În semestrul cald, cad cca. 55% din totalul precipitațiilor anuale. Chiar în anii cei mai ploioși (din ultimii 60 ani) niciodată nu s-au însumat mai mult de 700 mm apă într-un an, deși deasupra Dobrogei continentale totalurile anuale cele mai mari au depășit, în general, 1 000 mm. Cantitățile medii anuale scad spre răsărit de la 400 mm la mai puțin de 350 mm. În anii secetoși, ele pot coborî chiar sub 300 mm.

Pe suprafața întinsă, vecină mării, sînt favorizate deplasările aerului și intensificarea vîntului. Iarna, întreaga zonă este expusă viscolului.

Gerurile aspre și vînturile violente, deși au frecvența redusă, contrastează cu regimul temperaturilor moderate, caracteristice acestui sector.

Rolul moderator al mării, atît în privința temperaturilor extreme, cît și a deficitului de umiditate a aerului, explică în mare măsură producțiile ridicate din această zonă în condițiile unor precipitații foarte slabe.

Culturile agricole consumă în general mult mai puțină apă pentru aceeași substanță uscată produsă, față de lanurile din Cîmpia Română (coeficientul de transpirație este cu 20—40% mai mic). Culturile de toamnă își continuă vegetația cu 3—4 săptămîni mai mult față de restul zonelor din această latitudine, deoarece în mod frecvent acest anotimp se prelungește și în cea mai mare parte a lunii decembrie.

Pe de altă parte, fenomenul de șistăvire a boabelor la cereale este mult mai rar întîlnit și mai slab ca intensitate, datorită umidității ridicate a aerului.

Sortimentul de culturi este asemănător cu cel din Cîmpia Română, potențialul de producție este apropiat, dar oscilațiile de la an la an sînt mult mai slabe.

Clima dealurilor și podișurilor

Clima dealurilor și podișurilor (D.C.E) cuprinde cea mai mare parte a teritoriului R.S.România, adică toate regiunile deluroase sau de podișuri (și ele mai mult deluroase) de la aproximativ 200 m pînă la circa 800 m altitudine.

În acest spațiu intermediar dintre munte și cîmpie, temperatura aerului este moderată, media anuală oscilînd între 7°C și 8°C în nord și în părțile înalte și între 8°C și 10°C în vestul și sudul țării. În iulie, temperatura medie a aerului este cuprinsă între 19°C și 20°C în sud. Pe pantele și culmile dealurilor oscilațiile diurne ale temperaturii și umezelii aerului sînt mai mici decît în cîmpie.

Precipitațiile cad în cantități medii de 550—850 mm, mai abundente în vest și în nord (zona de predominare a invaziilor din sectorul vestic), și mai reduse în est și sud.

Răcirile, înghețurile, ceața și brumele tîrzii de primăvară, cele timpurii de toamnă, precum și depunerile de polei și chiciură iarna, sînt frecvente mai ales pe fundul văilor și depresiunilor.

După condițiile geografice regionale și după poziția sectoarelor deluroase, în cuprinsul climatului continental-moderat și al celui continental se deosebesc următoarele unități climatice.

Tinutul climatic al Piemonturilor vestice. Pe pantele Piemonturilor vestice au loc frecvent ascensiunea aerului umed și intensificarea dezvoltării norilor. Regimul variațiilor temperaturii aerului este mai moderat decît în Cîmpia Tisei.

Iarna pe văi și în depresiuni se produc acumulări de aer rece, în timp ce pantele și părțile mai înalte ale reliefului rămîn acoperite de aer mai cald. Astfel, gradienții termici verticali au valori mici.

Vara, scăderea temperaturii aerului în înălțime depășește 0,7°C/100 m. În luna iulie, temperatura medie nu trece de 22°C. Amplitudinile medii anuale ajung la 20°—22°C. Intervalul anual fără îngheț durează cu 5—15 zile mai mult decît în cîmpie.

În timpul cald al anului, pe pante, umezeala relativă crește și norii se dezvoltă mai mult decît în văi, iar precipitațiile sînt mai frecvente și mai abundente (predominînd cele frontale).

Cantitățile anuale de precipitații cresc spre est, de la 650 la peste 850 mm.

În semestrul rece, frecvența fenomenelor hidrometeorologice (ceața, bruma etc.) și a norilor stratiformi este mai mare mai ales pe văi. Dintre solurile caracteristice menționăm pe cele brune de pădure podzolite sau nepodzolite, local lăcoviști (depresiuni), soluri negre necernoziomice (smolnițe — pseudorendzine) soluri aluviale etc.

În aceste zone productivitatea culturilor scade treptat de la est spre vest și este determinată în primul rînd de fertilitatea scăzută a solurilor. Potențialul productiv al climei este mult mai ridicat decît al solurilor. Pe văile apelor mari, randamentul culturilor se apropie de cel al zonei de cîmpie.

Ținutul climatic al Podișului Transilvaniei se caracterizează, prin umezeala relativ constantă, mai ridicată decît în sectorul estic (continental) al țării și printr-o repartiție neuniformă a tuturor elementelor meteorologice.

În acest ținut climatic se deosebesc următoarele nuanțe:

În podișul Tîrnavelor, pe măsură ce înălțimile cresc spre est, temperatura medie anuală scade de la 9,5°C la Alba-Iulia, pînă sub 7°C la poalele munților vulcanici; umezeala relativă și precipitațiile cresc de asemenea (precipitațiile anuale de la mai puțin de 600 mm la Alba-Iulia, la peste 700 mm în Dealurile Odorheiului); pe văile cu fundul larg ale Tîrnavelor, Mureșului și Oltului, unde sînt cantonate iarna inversiuni de temperatură, se înregistrează minime absolute foarte scăzute (—35°C la Mediaș; — 32°C la Tg. Mureș). În cîmpie, mai ales în partea ei de SV — la adăpostul Munților Apuseni în depresiunea cu caracter de culoar a Mureșului dintre Turda și Alba-Iulia, efectele fecvente ale föhnului produc creșterea generală a temperaturii aerului, predominarea timpului senin și scăderea precipitațiilor (în medie sub 600 mm anual). Platforma Someșeană, în regiunea din SE, interioară liniei de înălțimi mai mari (Meseș, Breaza), caracterizată prin precipitații mai abundente (650—800 mm anual), clima se aseamănă cu cea a părții estice, mai înalte a Podișului Transilvaniei, cu temperaturi medii mai coborîte (în ianuarie sub — 4°C pe văi, iar în iulie sub 20°C) și cu nori și precipitații frecvente. Condițiile cele mai prielnice pentru majoritatea culturilor (grîu de toamnă, orz de toamnă, mazăre, fasole, soia, cînepă, tutun, sfeclă de zahăr) se găsesc pe terenurile plane sau slab ondulate din Cîmpia Transilvaniei care în medie nu depășesc altitudinea de 400 m, și spre sud pe văile apelor mari (Mureș și Tîrnave îndeosebi).

Descreșterea calităților zonelor se face în linii mari de la sud-vest spre nord-est, la toate culturile amintite și urmează îndeaproape zonalitatea regimului termic. La alte culturi însă, cartoful și inul pentru fibre de exemplu, dimpotrivă, calitatea zonelor crește treptat pe măsură ce scad valorile caracteristice regimului termic. Zonele foarte favorabile la aceste culturi sînt situate la periferia Podișului Transilvaniei și în depresiunile intramontane. În general însă, cele mai multe culturi de cîmp găsesc aici condiții de vegetație inferioare celor din vest, deși prin măsuri agrotehnice corespunzătoare se pot obține producții destul de ridicate.

Ținutul climatic al Podișului deluros al Moldovei. Datorită poziției lor în estul Carpaților Orientali, dealurile Podișului Moldovei sînt acoperite iarna de masele reci ale anticiclonului continental, iar vara de aer cald și uscat; de aceea clima are un caracter continental mai accentuat. În cuprinsul lor, pe fundul văilor Siretului, Sucevei, Moldovei, Prutului, Bîrladului, condițiile de iarnă sînt mai aspre, iar vara, timpul este mai cald și mai uscat decît pe culmile dealurilor din podiș și din Subcarpații orientali. Iernile sînt mai accentuate și de durată mai lungă în partea centrală și cea de nord a podișului (temperatura minimă absolută a fost la Iași —30°C și la Roman —32°C) verile sînt, în schimb, ceva mai moderate. Local, temperaturile maxime absolute pot fi destul de ridicate (la Iași maxima absolută a fost de 40°C, iar la Roman 37,5°C). Vînturile dominante bat din nord și nord-est, cu excepția regiunii nordice unde sînt frecvente vînturile din nord-vest. Precipitațiile depășesc numai pe înălțimi 500 mm anual. Verile sînt frecvent secetoase (mai ales în bazinul mijlociu al Bîrladului). Vara, cad ploi torențiale și sub formă de averse, iar toamna ploi frontale (burnițe de lungă durată). Ceața și norii stratiformi cu nivel inferior în anotimpul rece completează caracteristicile climatice ale acestei regiuni. În Podișul Moldovei se pot deosebi: un district nordic — corespunzător Podișului înalt al Sucevei, cu clima mai rece și cu prelungirea sezonului ploios sub influența activității ciclonice, din Europa (din ce în ce mai atenuată spre sud-est) și un district sudic aflat mai mult sub influența climei continentale a stepei ucrainiene, unde amplitudinea termică medie anuală trece de 24°C, iar totalurile anuale de precipitații sînt cuprinse între 450—550 mm. Caracterul continental al climei este accentuat.

În Depresiunea Jijiei predomină masele de aer continental și efectele de föhn, legate de circulația dinspre vest a maselor de aer, precum și frontoliza. Temperatura medie depășește anual 8,5°C, iar în iulie 21°C. În cursul verii, predomină timpul senin și secetos. Iarna, Depresiunea Jijiei este acoperită frecvent de aer rece din est și nord, fiind adesea expusă viscolului. Amplitudinea medie anuală a temperaturii aerului este de circa 25°C. Anual, numărul zilelor de iarnă este mai mare de 40, iar al celor de îngheț trece de 125. Zilele calde tropicale ajung la 15—30 pe an, iar cele de vară, de la 75 pînă la 90. Cantitățile anuale de precipitații scad în general sub 500 mm. Ploile de vară cad rar și au caracter torențial.

Clima Subcarpaților estici se aseamănă cu aceea a Podișului Moldovei, însă din cauza asocierii culmilor înalte marginale cu depresiuni interioare (subcarpatice și intracolinare) și a desfășurării lor (în latitudine, prezintă importante diferențieri locale, vînturi dirijate pe văile principale (mai ales dinspre nord) inversiuni de temperatură accentuate iarna pe fundul depresiunilor unde cad și precipitații mai reduse decît pe culmi.

Potențialul agroproductiv al resurselor climatice specifice Moldovei este într-o anumită măsură inferior celorlalte provincii din țară. Aceasta se explică nu numai prin natura condițiilor climatice, ci și prin marile diferențieri de sol și relief (uneori cu aspecte negative pronunțate — pante puternic erodate, fertilitate slabă). Mai prielnică pentru majoritatea culturilor este unitatea geografică denumită Cîmpia Moldovei. Cerealele și floarea-soarelui se găsesc aici în condiții de vegetație apropiate celor din sud, iar leguminoasele în con-

diții superioare. Spre vest în Podișul Sucevei culturile amintite reușesc mai slab: în schimb inul și cartoful găsesc condiții prielnice.

Podișul Bîrladului prezintă condiții mediocre și slabe pentru cele mai multe culturi. În această unitate, zonele favorabile sînt foarte restrînse. Condiții mai bune pe suprafețe mari găsesc tutunul și năutul. Pot fi de asemenea cultivate pe suprafețe mari porumbul, floarea-soarelui, mazărea, grîul de toamnă, însă cultura acestora necesită măsuri agrotehnice speciale. Deosebit de slabe sînt aici condițiile de vegetație pentru inul de fibre, cînepa, sfecla de zahăr, cartof, fasole, soia și linte.

Clima Subcarpaților de curbură se caracterizează prin predominarea efectelor de föhn. Acestea se accentuează în partea cea mai joasă a regiunii, mai ales pe văi.

Durata mai mare a timpului senin și reducerea amplitudinilor variațiilor temperaturii aerului creează condiții favorabile culturilor de viță de vie.

Frecvența mare a efectelor de föhn se explică prin configurația geomorfologică a Carpaților de curbură care, pe de o parte, au înălțimi nu prea mari — astfel că pot fi depășiți de obicei de masele de aer temperat maritim — iar, pe de altă parte, sînt lipsiți de trecători adînci, prin care aerul din vest s-ar putea canaliza.

În timpul iernii, părțile inferioare ale pantelor Subcarpaților sînt acoperite intermitent de aerul rece care invadează Cîmpia Română.

Clima Subcarpaților sudici și a Podișului Getic este în general mai călduroasă decît în celelalte regiuni deluroase ale țării. În depresiunile subcarpatice este caracteristică clima zonelor adăpostite, cu predominarea zilelor de calm (viscolul nu se resimte iarna). Vara se dezvoltă uneori vîrtejuri locale de natură termică. Temperaturile medii anuale sînt cuprinse între 8°C și 13°C, iar cele din luna iulie între 18°C și 20°C.

Precipitațiile sînt abundente (aproximativ 700 mm anual) și moderate în zonele joase (500—600 mm).

Caracteristice pentru această zonă sînt precipitațiile abundente din perioada rece a anului (noiembrie-martie), care depășesc în majoritatea anilor 250 mm, adică cu 100 mm mai mult decît în Bărăgan. În unii ani însă (aproximativ 3—4 din 10), limitele respective ating valori cuprinse între 300—500 mm, determinînd exces pronunțat de umiditate în perioada de desprimăvărare și chiar bălțiri de mari proporții (ex. 1969), Drenajul intern defectuos al solurilor în prezența excesului de precipitații amintit reprezintă factorul natural principal care diminuează producția agricolă în aceste zone. În toți anii cu ploi abundente în perioada rece și prima jumătate a primăverii, recolta scade foarte mult comparativ cu restul zonelor. Măsurile de evacuare a surplusului de apă și îmbunătățirea proprietăților hidrofizice ale solului capătă aici o importanță excepțională pentru creșterea randamentului culturilor agricole. Aceste acțiuni sînt impuse de faptul că resursele climatice în sine au în această zonă un potențial agro-productiv ridicat și chiar foarte ridicat care deocamdată este exploatat într-o proporție redusă datorită particularităților menționate ale solului și reliefului.

Capitolul

III

Clima solului

Noțiunea de climat al solului este relativ nouă. Ea s-a precizat mai bine și impus de-abia în ultimul deceniu, ca urmare a progreselor realizate de diferitele ramuri ale științelor naturii.

La data actuală este folosită curent în lucrările de specialitate de agrometeorologie, microclimatologie, micrometeorologie, agroclimatologie, geografie fizică etc.

Climatul solului este unul din elementele constituente principale ale climei cîmpului (fitoclima). El este definit de ansamblul fenomenelor și proceselor fizice ce se produc permanent în aerul din sol, precum și de totalitatea proceselor fizice, chimice și biologice ce au loc în solul însuși.

Clima solului este în strînsă interdependență cu condițiile meteorologice, suprafața subiacentă, învelișul vegetal și activitatea gospodărească a omului.

Desfășurarea și intensitatea proceselor biologice și chimice în sol sînt influențate puternic de climatul solului.

Sinteza și descompunerea substanțelor organice în sol, existența și activitatea microorganismelor, germinarea semințelor, formarea nodului de înfrățire, creșterea sistemului radicular, transformarea substanțelor minerale în stare asimilabilă plantelor, iernarea culturilor de toamnă etc. sînt sub directa dependență a trei elemente constituente principale ale climei solului: căldura, umezeala și aerul din sol.

Plantele în desfășurarea ciclului lor evolutiv individual, se găsesc permanent în interacțiune cu mediul ambiant a cărui parte componentă este climatul solului.

Pe măsură ce planta crește se formează deseori un înveliș vegetal dens, care schimbă climatul solului și pe cel din stratul de aer din apropierea solului.

La rîndul său climatul solului influențează asupra creșterii și dezvoltării plantei, a părților ei subterane și aeriene.

BCU CLUJ UNIVERSITY LIBRARY

Studierea climei straturilor superioare ale solului este necesară, deoarece în aceste orizonturi se produc cele mai mari oscilații zilnice ale temperaturii și umezelii solului.

Tot aici au loc mișcările solului dăunătoare sistemului radicular al plantelor ce iernează, ca urmare a fenomenelor de îngheț și dezgheț, repetate la intervale scurte.

Cunoașterea climei straturilor superioare ale solului este necesară îndeosebi pentru a găsi căile raționale de ameliorare, prin măsuri agrotehnice ca: aratul, grăpatul, aplicarea de îngrășăminte, irigarea, mulcirea etc.

Obiectivul principal al studierii climei solului este acela de a stabili în amănunt interdependențele dintre acestea, mediul geografic, sol, vegetație și producția agricolă și condițiile care le determină, cu scopul final de a-l îmbunătăți în vederea sporirii producției agricole.

În sfera problemelor principale de climat al solului intră următoarele obiective de cercetare:

— Studierea condițiilor în care se formează clima solului, particularitățile de distribuție în timp și zonalitatea teritorială.

— Studiul caracteristicilor diferitelor tipuri de climat în straturile superficiale și mai adînci ale solului.

— Studiul influențelor climatului solului și al metodelor de reglare a acestuia.

Elementele principale ale climatului solului sînt:

— temperatura (înghețul și dezghețul) solului;

— umiditatea solului;

— aerul din sol.

În cele ce urmează acești factori vor fi analizați separat.

Temperatura solului

Regimul temperaturii solului este determinat în primul rînd de energia primită de la Soare, de schimburile reciproce de căldură cu atmosfera și cu straturile mai adînci ale solului.

Mărimea variațiilor diurne, anuale și neperiodice ale temperaturii solului este în strînsă dependență de proprietățile fizice ale solului, conținutul său în apă, natura învelișului vegetal, prezența stratului de zăpadă, altitudinea absolută și relativă a terenului, orientarea și înclinarea pantelor, precum și aspectele geomorfologice ale terenului.

Temperatura solului și a suprafeței active constituie unul din factorii principali nu numai în producția macroproceselor atmosferice*, dar și în formarea microclimei, diferitelor forme de relief. Ea este sursa principală a proceselor de evoluție locală și de formare a curenților verticali, care generează

* Macroprocese atmosferice = procese sinoptice și radiative ce se desfășoară deasupra unor suprafețe întinse ale Pămîntului, determinînd caracterul vremii pe o perioadă lungă de timp.

condițiile de formare a averselor din anotimpul cald, cînd apar situații de mare instabilitate atmosferică.

Suprafața solului este sursa de încălzire a aerului în cursul zilei și de răcire în cursul nopții, are variații de temperatură foarte mari în timp și prezintă deosebiri foarte accentuate în repartiția sa teritorială, mai ales în timpul verii. Stratul de zăpadă în timpul iernii și învelișul vegetal din restul anului atenuează oscilațiile termice ale solului.

Cunoașterea regimului de distribuție a temperaturii în sol atît în timp cît și în spațiu, în toate particularitățile sale, are importanță în studiul a o serie de probleme teoretice privind fizica solului și micrometeorologie, precum și în activitatea practică din diferite sectoare ale economiei naționale (construcții, agricultură etc.).

În agricultură, precizarea raporturilor de interdependență între regimul termic al aerului și solului, umezelii solului și evaporației este utilă în elaborarea metodelor de ameliorare a climei solului prin măsuri agrotehnice ca: afînarea, mulcirea, aplicarea îngrășămintelor organominerale etc.

Temperatura solului are o influență puternică asupra creșterii și dezvoltării plantelor, aceste procese desfășurîndu-se normal numai între anumite limite termice în sol, specifice fiecărei plante și faze de vegetație.

Prima perioadă din ciclul evolutiv al plantei, germinarea și răsărirea, este în strînsă dependență de temperatura solului.

În condiții de umezeală suficientă în sol, cu cît temperatura solului este mai ridicată cu atît desfășurarea proceselor de germinare și răsărire decurge mai rapid.

Pentru fiecare plantă există însă anumite limite de temperatură (minime, optime, maxime) între care se produce încolțirea.

Temperatura solului este un factor important pentru procesul de iarovizare. Acest proces are loc atît în faza de germinare a plantelor, cît și în fazele ulterioare. O condiție indispensabilă pentru parcurgerea acestui stadiu o prezintă existența temperaturii joase într-o anumită perioadă. Nivelul temperaturii și durata perioadei de iarovizare variază în limite foarte largi, în funcție de specie. Majoritatea cerealelor de toamnă parcurg perioada de iarovizare la temperatura de 0°—2°C, în decurs de 10—60 de zile, în funcție de originea plantei.

Temperatura solului exercită o puternică influență asupra creșterii sistemului radicular. Înrădăcinarea cerealelor de toamnă pînă la venirea iernii are loc la temperaturi de circa 6°—14°C. Primăvara plantele au nevoie de temperaturi din ce în ce mai ridicate.

După cercetările lui R a d c e n k o (citat de S u l g h i n — 1967) rezultă că în climatul temperat și rece, în perioada de vară, pentru multe dintre plante este necesar ca temperatura solului în care se dezvoltă rădăcinile lor să fie mai coborîtă decît temperatura aerului, gradientul de temperatură exercitînd o puternică influență asupra creșterii și dezvoltării plantei.

Rolul important al temperaturii solului este evident nu numai în prima perioadă de vegetație a plantelor ci și în perioada de înfrățire a cerealelor.

Pe baza experiențelor făcute de cercetătorul sovietic S u l g h i n la Stațiunea de ameliorare a plantelor Kabardin (U.R.S.S.), rezultă că în pre-

zența unei umidități suficiente în sol, dinamica înfrățirii și ritmul creșterii se găsesc în legătură directă cu evoluția temperaturii stratului superficial al solului, în special a stratului în care se află nodul de înfrățire a cerealelor.

În cursul dezvoltării lor, plantele au nevoie pentru fiecare fază de dezvoltare de condițiile care le-au avut generațiile anterioare în centrele lor de origine.

În condițiile de umiditate suficientă, creșterea temperaturii solului pînă la o anumită limită, determină creșterea recoltei. Scăderea temperaturii solului sub limitele optime influențează negativ recolta, chiar atunci cînd umiditatea și nutriția sînt satisfăcătoare în sol.

Deoarece partea subterană a plantelor este în interacțiune cu solul, cunoașterea proprietăților termice ale solurilor, așa-numitele soluri reci sau calde, cu activitatea biologică mai mare sau mai mică, are utilitate practică în agricultură în aplicarea măsurilor agrotehnice, știut fiind că eficiența îngrășămintelor în sol este dependentă și de temperatura solului.

Pe baza cercetărilor efectuate s-a constatat că ritmul de desfășurare a fazelor este dependent mai ales de temperatura solului și aceasta este mai evident la culturile prășitoare (exemplu porumb, floarea-soarelui).

În aceeași zonă climatică, caracterizată prin același regim termic al aerului, diferitele tipuri de sol încălzindu-se în mod diferit, determină deosebiri în desfășurarea fazelor de vegetație a culturilor. Astfel, în regiunile sudice ale țării noastre, culturile se dezvoltă mai repede pe solurile nisipoase decît pe cernoziomurile din Bărăgan, iar pe acestea mai repede decît pe cele argiloase din județul Argeș.

Factorii care influențează asupra temperaturii solului

Temperatura solului depinde în primul rînd de cantitatea de energie solară primită.

Căldura care ajunge la suprafața scoarței terestre venind din interiorul pămîntului, prin termoconductivitate, precum și cea rezultată din desfășurarea proceselor chimice și biologice nu are o importanță prea mare, deoarece cantitățile sînt mici, iar efectul acestora este aproape neglijabil. Factorul primordial al încălzirii solului este radiația solară.

Însă fluxul radiativ care ajunge la pămînt este mult diminuat de existența în atmosferă a vaporilor de apă și a particulelor de praf.

Vaporii de apă absorb mari cantități de căldură, iar o atmosferă umedă și înnorată împiedică o mare parte din radiația solară să ajungă la pămînt.

Considerații teoretice asupra radiației solare s-au făcut mai amplu în capitolul precedent.

E de reamintit însă că data calendaristică, ora, ziua, latitudinea geografică, modul de expunere a suprafeței active sînt elemente de care depinde cuantumul cantității de căldură care pătrunde în sol.

Cercetătorul american Shreve (citat de Molga 1958) măsurînd temperatura solului într-o stațiune din Arizona (S.U.A.), în cursul lunilor mai

și iunie la adîncimea de 8 cm pe versantul nordic și sudic al unui deal, cu o înclinație a pantei de 18°, a constatat că pe versantul sudic media maximelor de temperatură pe o perioadă de o săptămînă este cu 5°—7°C mai mare decît pe versantul nordic. Diferențele de expunere au o mare însemnătate ecologică și agricolă prin aceea că temperatura solului este întotdeauna mai mare pe expozițiile sudice decît pe cele spre nord.

Este de reținut că nu numai marile inegalități ale terenului dau diferenți de temperatură în sol pe versanții expuși diferit, dar chiar micile ondulații ale suprafeței active *, spre exemplu o arătură cauzează diferențe termice ale solului.

După datele obținute de Institutul agrohidrologic al U.R.S.S. redate în tabelul 5, primăvara temperatura solului pe coama arăturii este în medie mai mare cu 1°—1,5°C decît pe terenurile plate (fără denivelări).

Tabelul 5

Influența microreliefului asupra temperaturii solului Hibini 11—30, VI. 1934
(după K u r m a n g a l i n citat de S u l g h i n — 1967)

Forma suprafeței	Adîncimea măsurătorii în cm			
	5	10	15	20
	Temperatura solului în °C			
Coama (vîrful arăturii)	13,0	11,3	10,5	9,8
Cîmp fără denivelări	12,6	10,5	9,4	8,3
Diferența	1,0	0,8	1,1	1,5

Învelișul vegetal și stratul de zăpadă exercită influențe considerabile asupra condițiilor termice ale solului, precum și asupra fluctuațiilor de temperatură ale acestuia.

Vara, un înveliș vegetal bine dezvoltat absoarbe o parte considerabilă din energia radiantă a soarelui, împiedicînd solul de la suprafață de a deveni tot atît de cald ca solul fără vegetație.

Iarna vegetația se comportă ca un strat izolator, micșorînd cantitatea de căldură pierdută de sol. În consecință, un sol protejat este mai rece vara și mai cald iarna.

Din cercetările de teren efectuate la Perișoru (Ianca), județul Brăila, în iulie 1956, pe o serie de platforme experimentale cultivate (cu porumb, dughie, pepeni, grîu) și necultivate (islaz și ogor negru), pe care s-au instalat instrumente meteorologice, a rezultat că variația zilnică a temperaturii solului la

(*) Suprafața activă (factor climatogen). Suprafața solului și a învelișului vegetal, care absoarbe direct radiația solară și atmosferică și emite radiații în atmosferă. Între suprafața terestră și atmosferă se desfășoară continuu schimbări de energie în cadrul proceselor de interacțiune. Din această cauză caracteristicile fizice ale stratului de aer inferior sînt legate direct de natura suprafeței de dedesubt. Pe această suprafață, aerul în mișcare își modifică structura dinamică, viteza, direcția. De natura acestei suprafețe depind cele mai esențiale procese de transformare a maselor de aer.

o adîncime de 10 cm este cu 2°—4°C mai redusă decît a solului dezgolit, fără vegetație.

S-a mai constatat că mărimea variațiilor zilnice de temperaturi este în funcție și de natura învelișului vegetal.

Cercetările făcute de către Institutul Meteorologic la Stațiunea experimentală agricolă Suceava în 1966, asupra particularităților fitoclimei lanurilor cultivate, precizează și mai bine aceste aspecte.

Primăvara, după reluarea vegetației, la grîu ca și în lanurile de porumb aflat în primele faze de vegetație, temperatura solului, la adîncimea de 10 cm, are valori apropiate de cele ale terenului dezgolit. Pe măsura creșterii plantelor, stratul de sol de la adîncimea de 10 cm se încălzește mai puțin sub lanurile de grîu și porumb. La sfîrșitul lunii iunie valorile medii decadice ale temperaturii sînt mai scăzute, comparativ cu terenul dezgolit (cu aproximativ 2°C la porumb și cu 4°C în lanul de grîu).

În luna iulie, după recoltarea grîului, temperatura solului sub miriște este mai ridicată decît în lanul de porumb cu 2°—3°C.

În zilele senine influența stratului vegetativ este foarte mare, diferența de temperatură dintre culturile păioase și prășitoare la suprafața solului, ajungînd uneori la 20°C.

De asemenea s-a mai constatat că există diferențieri între efectele diferitelor culturi asupra temperaturii solului. E b e r m a y e r (1891) studiind efectul vegetației de pădure și al ierbii asupra temperaturii solului, a găsit că pomii exercită o influență mai puternică decît iarba. Rezultatele acestor cercetări sînt date în tabelul 6.

Tabelul 6

Efectul suprafeței protectoare asupra temperaturii solului (după E b e r m a y e r)
Media pe 5 ani — München

Anotimp	Temperatura solului în °C sub diferite acoperiri			
	Fag Virstă 8 ani	Brad virstă 8 ani	Iarba	Teren dezgolit
Iarna	1,23	1,30	0,96	0,74
Primăvara	6,14	5,19	6,03	5,55
Vara	16,89	16,98	18,11	18,74
Toamna	10,31	10,31	10,20	9,80
Media (0,60 cm)	8,64	8,45	8,83	8,70
Diferența între maximă și minimă anuală				
— la suprafața solului	28,7	25,1	35,6	36,1
— la adîncimea de 0—60 cm	21,12	20,20	23,58	24,9

Cercetările lui P e t i t (1893) și B a v e r (1966) au demonstrat că în condițiile de sol dezgolit, pătrunderea înghețului este mai rapidă decît în solul protejat cu vegetație (iarbă, frunze putrezite etc.) .

Dispariția fenomenului de îngheț are loc mai devreme la solurile protejate, deoarece adîncimea de îngheț este mai mică comparativ cu solul dezgolit.

În prezent, s-au acumulat o serie de date experimentale din care rezultă că în iernile reci solurile din pădure, bine acoperite cu frunze, îngheață numai la suprafață. Acest fapt are o semnificație hidrologică importantă, deoarece acest tip de sol de pădure este numai rareori impermeabil pentru apă.

Influența culorii asupra temperaturii solului a fost studiată pentru prima dată de către S c h ü b l e r, W o l l n y (1878) și B a v e r (1966). Ei au acoperit cu carbonat de magneziu alb și negru de fum suprafețe mici, din soluri diferite și le-au determinat temperatura, vara pe timp senin și uscat.

Rezultatele obținute sînt date în tabelul 7.

Tabelul 7

Relațiile dintre culoarea solului și temperatură
(după S c h ü b l e r, W o l l n y)

Tipul de sol	Culoarea naturală t (°C)	Suprafața albă t(°C)	Suprafața neagră (°C)
Nisipul de cuarț galben-gri	7,0	6,3	10,6
Nisipul de cuarț gri	6,9	6,3	10,7
Argilă galbenă	6,7	5,8	9,7
Lut	6,9	5,7	9,6
Sol negru	7,3	5,8	10,6

Din datele tabelului 7 se constată că între solurile deschise la culoare și cele negre există o diferență medie de circa 4°C.

W o l l n y (1878), B a v e r (1966) care au adîncit cercetarea, au conchis că în perioadele mai calde ale anului, solurile închise la culoare sînt mai calde și cu variații zilnice de temperatură accentuate. De asemenea s-a mai constatat că pierderea de căldură în cursul nopții este mai rapidă la solurile închise la culoare și că diferența de temperatură între solurile închise și deschise la culoare se reduce cu creșterea adîncimii, iar influența culorii asupra căldurii solului este mai evidentă pe vreme uscată.

Un alt factor ce influențează puternic temperatura solului este stratul de zăpadă.

Datorită unei conductivități termice reduse a zăpezii , schimbul de căldură între sol și stratul de zăpadă este neînsemnat. De aceea în solul acoperit cu zăpadă se produce un climat specific al solului, care este diferit de cel al solurilor neacoperite.

După cercetările lui L u b o s l a v s k i (tabelul 8) rezultă că iarna diferențele de temperatură între solurile acoperite și cele neacoperite sînt de circa 6°C, în favoarea celor acoperite. Mărimea acestor diferențe este însă în funcție de grosimea stratului de zăpadă.

Influența stratului de zăpadă asupra regimului termic al solului este considerabilă. Din observații a rezultat că un strat subțire de zăpadă de 6 cm micșorează cu 4°C răcirea solului, în comparație cu solul neacoperit. Cînd grosimea zăpezii este de 19 cm, variațiile diurne ale temperaturii solului sub zăpadă devin abia perceptibile, producerea maximelor și minimelor întîrziind

Tabelul 8

Media lunară plurianuală (15 ani) a temperaturii solului neacoperit și celui acoperit cu zăpadă (după L u b o s l a v s k i)

Luna	Grosimea stratului de zăpadă în cm	Adîncimea stratului de sol în m				
		0,0	0,2	0,4	0,8	1,6
		Temperatura solului °C				
XI	8	0,1	1,9	2,8	4,5	6,0
	0	−1,6	0,6	2,0	3,8	6,0
	Diferența	1,7	1,3	0,8	0,7	0,0
XII	21	−1,8	0,4	1,3	2,9	4,4
	0	−6,5	−3,9	−1,9	0,9	3,9
	Diferența	4,7	4,3	3,2	2,0	0,5
I	37	−1,5	0,0	0,8	2,1	3,4
	0	−8,0	−6,1	−4,2	−1,2	2,2
	Diferența	6,5	6,1	5,0	3,3	1,2
II	55	−1,6	−0,6	0,2	1,6	3,0
	0	−8,8	−6,9	−5,2	−2,3	1,3
	Diferența	7,2	6,3	5,4	3,9	1,7
III	61	−1,2	−0,6	0,1	1,2	2,6
	0	−4,7	−3,7	−2,9	−1,6	0,9
	Diferența	3,5	3,1	3,0	2,8	1,7
	36	1,8	0,8	0,9	1,4	2,3
	0	3,8	2,2	1,0	0,2	0,9
	Diferența	−2,0	−1,4	−0,1	1,2	1,4

aproximativ cu 24 ore. Mai mult, s-a constatat că influența stratului de zăpadă se observă chiar în cazul grosimii de 1 cm.

Pe măsura creșterii stratului de zăpadă oscilațiile de temperatură descresc.

Cercetările lui Ș u l g h i n asupra condițiilor termice ale solului în decursul a 8 ierni (1940—1948) au dat următoarele rezultate:

— sub stratul de zăpadă se produce un climat deosebit de cel al straturilor de la suprafața solului neacoperit și de asemenea de climatul straturilor vecine cu solul;

— condițiile termice ale solului la adîncimea de 3 cm sub stratul de zăpadă, se disting prin:

valori absolute ale temperaturii mult mai mici;

o stabilitate mai mare a temperaturii în tot cursul iernii.

La temperaturi minime ale aerului cuprinse între −20 ° la −40°C temperatura solului la adîncimea de 3 cm a oscilat astfel:

— între −5° ... 10°C (sub stratul de zăpadă de 30—50 cm):

BCU CENTRALĂ UNIVERSITY LIBRARY

— între —20° ... —30°C (fără strat de zăpadă).

Este de reținut de asemenea că variațiile zilnice ale temperaturii solului sînt cu atît mai mici cu cît stratul de zăpadă este mai gros.

În grupa factorilor care influențează mersul temperaturii solului, trebuie menționate și procesele de evaporare, condensare, precum și curenții de convecție ai aerului de lîngă sol.

Prin evaporarea unui gram de apă de la suprafața solului se pierd în medie 580 calorii, iar intensitatea acestui proces afectează sensibil dinamica schimbului de căldură dintre aer și sol.

În procesul de condensare a vaporilor din atmosferă, căldura este redată mediului înconjurător. Condensarea în straturile de aer din apropierea solului este una din sursele prin care căldura poate ajunge la suprafața solului.

Influența curenților de convecție asupra temperaturii solului n-a fost încă suficient cercetată. Totuși, pe baza cercetărilor efectuate în S.U.A., s-a constatat că cuantumul de căldură transmis de curenții de convecție poate atinge, în unele situații locale bine determinate, pînă la 40% din căldura pierdută prin procesele radiative nocturne, intensificate în cursul nopților senine.

Proprietățile termice ale solurilor

Procesele termice ce se produc în sol depind de proprietățile fizice, chimice și biologice ale acestuia și ca urmare căldura nu se transmite în toate solurile la fel. În funcție de aceste proprietăți (compoziție chimică, structură, culoare, grad de umezeală etc.) vor diferi: cantitatea de căldură pe care o pierde sau o primește solul, cantitatea de căldură transmisă aerului, cît și aceea care se pierde prin evapotranspirație de pătură vegetală sau se degajă la condensarea vaporilor.

Regimul termic al solului depinde de proprietățile calorice ale părților lui componente. Aceste proprietăți sînt: conductivitatea termică și căldura specifică.

Factorii cei mai importanți care determină aceste proprietăți termice sînt: compoziția solului, structura și umezeala solului.

Căldura specifică este de două feluri: volumetrică și gravimetrică.

Căldura specifică volumetrică se numește cantitatea de căldură exprimată în calorii necesară pentru mărirea temperaturii a unui cm^3 de sol cu 1°C.

Căldura specifică gravimetrică reprezintă cantitatea de căldură exprimată în calorii necesară pentru mărirea temperaturii a unui gram de sol cu 1° C.

Pentru apă ambele feluri de căldură coincid (deoarece la temperatura de 4°C un gram de apă are volumul de 1 cm^3) și sînt egale cu o calorie mică.

Pentru diverse soluri, căldura specifică volumetrică este diferită, totuși, în medie, aproximativ poate fi exprimată cu 0,5—0,6 calorii, adică este de două ori mai mică decît căldura specifică a apei. Deci o calorie ridică temperatura unui cm^3 de apă cu 1°C, iar a unui cm^3 de sol cu 2°C. Radiația solară de aceeași intensitate, căzînd pe sol, determină o încălzire mult mai intensă a solului decît suprafața apei.

Cantitatea de căldură absorbită depinde de compoziția și culoarea solului.

Căldura absorbită care se propagă în adîncime este folosită în desfășurarea a o serie de procese fizico-biochimice, care asigură plantei condiții de existență (dizolvarea substanțelor minerale, osmoza, asimilarea substanțelor nutritive etc.).

În sol în afară de elemente solide intră și elemente lichide și gazoase.

Căldura specifică volumetrică a aerului este de 0,0003—0,000306 cal/cm³/grad, deci foarte mică și poate fi neglijată.

Deoarece apa are căldura specifică volumetrică aproximativ de două ori mai mare decît solul, variația umidității solului îi va schimba căldura specifică, care va crește cu creșterea umidității.

În tabelul 9, se prezintă căldura specifică volumetrică în calorii/cm³/grad a diverselor soluri, corespunzătoare diferitelor procente de umezeală.

Tabelul 9

Căldura specifică volumetrică a diferitelor soluri în calorii cm³/ grad, în funcție de diferite procente de umezeală

Solul	Umezeala (în %)				
	0	20	50	80	100
Nisip	0,302	0,385	0,510	0,634	0,717
Argilă	0,240	0,357	0,532	0,706	0,823
Humus	0,148	0,300	0,525	0,751	0,902
Turbă	0,197	0,321	0,555	0,779	0,945

Din datele tabelului 9 rezultă că la procente de umezeală ridicată a solului corespunde o căldură specifică de cîteva ori mai mare, cu mențiunea că fiecare sol are propria sa căldură specifică.

A doua proprietate importantă a solului este termoconductivitatea, care este cantitatea de căldură exprimată în calorii ce se scurge într-o secundă printr-un strat de sol cu suprafața de 1 cm² și grosimea de 1 cm, avînd un gradient de temperatură de 1°C (cal/cm grad sec.). O influență însemnată asupra termoconductivității solului o are gradul de umiditate al solului. Cînd umiditatea este mare, termoconductivitatea solului se apropie de aceea a apei.

Un alt factor ce influențează termoconductivitatea este porozitatea. Deoarece termoconductivitatea aerului este neînsemnată, termoconductivitatea solului scade pe măsură ce porozitatea crește.

În tabelul 10 se dau caracteristicile termice ale diferitelor părți componente ale solului.

Din tabelul 10 rezultă că solurile minerale (cînd celelalte componente sînt asemănătoare) se încălzesc mai repede, avînd un regim termic mai ridicat decît cele organice. Acest lucru se datorește faptului că solurile minerale au căldura specifică mai mică decît solurile organice.

De asemenea, este de reținut că solurile umede sînt mai reci decît cele uscate, deoarece căldura specifică a apei depășește cu mult pe cea a aerului. Pentru a se explica mai ușor acest fenomen, se presupune că un sol uscat și unul umed primesc aceeași cantitate de căldură. Suprafața solului uscat, din

Tabelul 10

Căldura specifică și conductivitatea termică a părților componente ale solului

Părțile componente	Căldura specifică		Conductivitatea termică în cal/cm² sec. grad
	gravimetrică cal/g grad	față de volum cal/cm³ grad	
Nisip și argilă	0,18—0,23	0,49—0,58	0,0003
Turbă	0,48	0,60	0,0020
Aer și sol	0,24	0,0003	0,0005
Apă și sol	1,00	1,00	0,012

cauza căldurii specifice mai mică și a unei conductivități mai slabe, se încălzește mai intens decît aceea a solului umed. Din cauza căldurii specifice mici, în solul uscat se acumulează puțină căldură, care datorită conductivității termice slabe, încălzește mai ales stratul superior.

În consecință, rezerva totală de căldură în stratul superior al unui sol este mică, deși temperatura este ridicată.

În același timp solul umed, datorită unei călduri specifice mai mari, acumulează mai multă căldură, iar conductivitatea termică bună favorizează pătrunderea căldurii în profunzime.

Solurile umede conțin mai multă căldură în stratul superficial decît cele uscate. Solurile, care conțin mari cantități de apă, sînt mai reci decît cele uscate. Aceasta se explică și prin aceea că o mare cantitate de căldură se consumă pentru evaporarea apei din spațiile libere ale solului și de la suprafață, în timp ce în cazul solurilor uscate, căldura se folosește numai pentru încălzirea acestuia.

Culoarea solului influențează de asemenea încălzirea acestuia. Solurile deschise la culoare reflectă radiațiile solare mai mult decît cele închise și în consecință se încălzesc mai puțin. Influența culorii solului în procesul de încălzire se manifestă pe timp senin. Pe timp noros, în condițiile unei radiații difuze influența culorii este foarte slabă.

Variația zilnică a temperaturii solului

Temperatura solului prezintă oscilații periodice zilnice, care depind de diversitatea proprietăților fizice, de natura stratului vegetal, de grosimea, densitatea și durata stratului de zăpadă, de formele de relief, de expunerea față de razele solare, de natura elementelor meteorologice, precum și de complexul proceselor fizice, chimice și hidrologice care se produc necontenit în sol.

Transmiterea căldurii în sol sau în afara lui depinde de diferența de temperatură între suprafața solului și straturile de sol inferioare.

Căldura se scurge în direcția scăderii temperaturii, adică de la straturile mai calde către cele mai reci.

Pentru o anumită stare a solului, propagarea căldurii va fi cu atît mai mare cu cît este mai mare diferența de temperatură între două orizonturi de sol învecinate. Căldura va pătrunde în sol, atît timp cît există un gradient de temperatură în jos (vara), între suprafață și păturile inferioare și va părăsi solul în cazul unui gradient de temperatură în sus (anotimpul rece).

Deoarece practic, soarele este sursa principală de căldură ce încălzește solul, totdeauna va exista un flux de căldură în jos, în timpul zilei cînd radiația solară atinge solul și invers în timpul nopții cînd suprafața solului devine mai rece, va exista o mișcare de căldură către suprafață, dacă atmosfera este mai rece decît solul.

Variațiile diurne de temperatură sînt mai mari vara decît iarna, din cauza intensității fluxului radiativ mai mare în cursul lunilor mai calde.

În figura 13 sînt date curbele de variație orară și diurnă a temperaturii suprafeței solului, precum și ale diferitelor adîncimi (29 iulie 1956).

Suprafața solului, în cazul solului fără protecția stratului vegetal, pe timp de vreme senină și liniștită în luna iulie, se încălzește puternic, atingînd 63,4°C

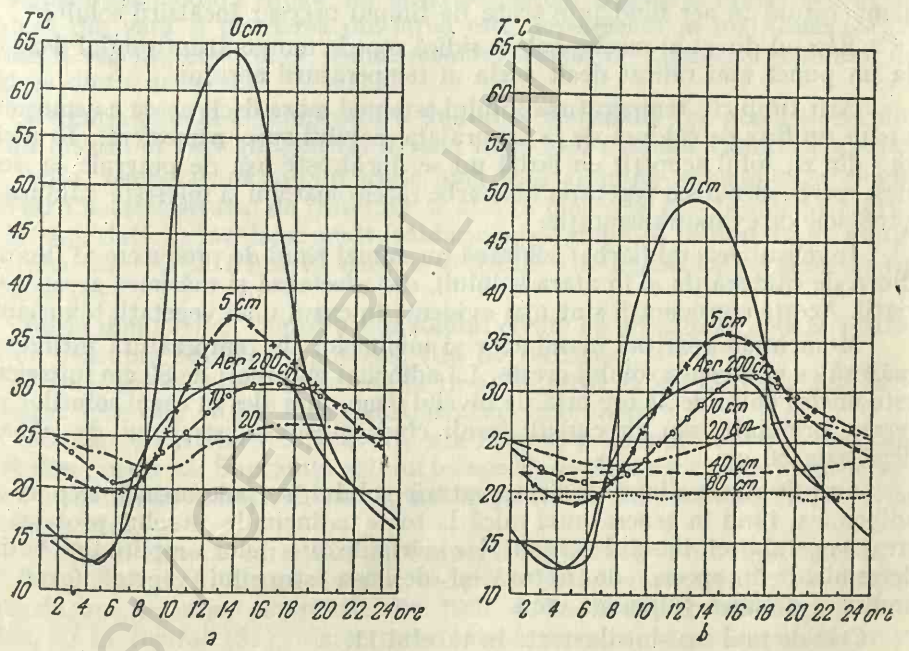


Fig. 13 — Variația orară și diurnă a temperaturii aerului și a solului (Ianca-Perișoru jud. Brăila — 29 iulie 1959):

1 — Conductivitatea de căldură K.c.g.s. x 10^4 înscrisă față de apă în procente de greutate; 2 — La fel ca la punctul 1, dar apa exprimată în procente de volum *3* — Difuziunea K/C x 10^3 înscrisă față de apă în procente de greutate. *4* — La fel ca la punctul 3, dar apa este exprimată în procente de volum *5* — Porozitatea totală în procente de volum:

a — platformă dezgolită; *b* — platformă înierbată

la ora 14, pe cînd în cazul solului înierbat în aceleași condiții de timp și pe același tip de sol numai 49°C. Datele meteorologice pe baza cărora s-a întocmit graficul din figura 13 se bazează pe experiențele organizate de Institutul Meteorologic la Perișoru (Ianca), județul Brăila, în vara anului 1956.

Existența păturii vegetale în diferitele faze de creștere și dezvoltare explică aceste diferențe, deoarece acestea constituie un ecran în calea energiei radiante, micșorînd și moderînd variațiile zilnice ale temperaturii solului atît la suprafață cît și la adîncime.

Minimele de temperatură la suprafața solului, în cazul terenurilor dezgolite sau acoperite cu vegetație, ating valoarea lor cea mai coborîtă către răsăritul soarelui, în general concomitent cu a temperaturii aerului, avînd însă și tendința de întîrziere cu circa o oră în cazul stratului vegetal.

În această situație, minima de temperatură vara se produce pe sol în jurul orei 5, iar în aer în jurul orei 6.

În schimb, maximele de temperatură la suprafața solului se produc cu una sau două ore mai devreme decît cele ale temperaturii aerului (în general la ora 13 sau 14 pe sol și la ora 14 sau 15 în aer), întîrzierea maximului de temperatură în aer fiind provocată de timpul necesar încălzirii solului.

Efectul direct al razelor solare ridică repede temperatura solului dezgolit, la un punct mai ridicat decît acela al temperaturii aerului.

Atît timp cît temperatura solului este mai mare decît aceea a atmosferei, apare un flux de căldură de la suprafața solului spre atmosferă. În nici o oră din zi, solul acoperit cu iarbă nu se încălzește așa de puternic ca solul descoperit, deoarece vegetația absoarbe razele soarelui și folosește căldura în procesele de evapotranspirație.

Învelișul vegetal (iarba) schimbă nu numai tipul de producere al fluxului diurn de căldură (în și în afara solului), dar afectează și mărimea acestor variații. Aceste considerații sînt mai evidente în cazul unei vegetații luxuriante.

Momentele apariției maximelor și minimelor de temperatură întîrzie pe măsură ce adîncimea solului crește. La adîncimi mai mari de 80 cm întîrzierea este uneori chiar de 24 ore față de nivelul 0 cm, mai ales în cazul solurilor puternic protejate sau în cursul iernii cînd grosimea stratului de zăpadă depășește 50 cm.

Amplitudinea zilnică a temperaturii solului se micșorează treptat cu adîncimea, fiind în general mai mică la toate adîncimile în solul protejat de strat vegetal decît în solul dezgolit, iar mărimile diferitelor amplitudini * fiind determinate în special de natura și desimea stratului vegetal (grad de umbrire, desimea tulpinilor etc.).

Cele de mai sus sînt ilustrate în tabelul 11.

Iarna amplitudinea zilnică a temperaturii solului neacoperit este mai mare decît a unui sol acoperit cu zăpadă, aceasta constituind o piedică în absorbția energiei solare și în pierderea căldurii solului.

---

* Amplitudinea diurnă = diferența dintre valorile cele mai ridicate și cele mai scăzute a unui element meteorologic înregistrat în cursul unei zile.

Tabelul 11

Amplitudinea zilnică a temperaturii solului la diferite adîncimi
Perișoru (Ianca), județul Brăila, 29 iulie 1956

Variantele cercetate	Adîncimea în cm							
	0	5	10	15	20	40	80	120
Teren dezgolit	51,4	18,4	10,9	5,4	3,5	—	—	—
Teren înierbat	36,1	16,6	10,8	4,6	4,3	1,2	0,6	0,2
Lan de porumb	—	9,4	7,3	4,8	2,8	0,7	0,5	0,3
Cultură de dughie	37,9	15,9	8,1	5,2	2,7	—	—	—
Cultură de pepeni	—	8,5	5,1	4,0	2,4	—	—	—

Variația anuală a temperaturii solului

Pe lîngă variațiile zilnice regulate, temperatura solului prezintă și variații anotimpuale și anuale a căror mărime este mult mai mare. Vara, se înmagazinează căldura în sol, iar iarna se pierde. Diferența dintre sporul de căldură din vară și pierderea din iarnă este dependentă în mare măsură de învelișul vegetal, covorul de frunze moarte, stratul de zăpadă și schimbul de căldură dintre aer și sol.

Evoluția anuală a temperaturii solului se aseamănă cu aceea a aerului cu un maxim în vară (în general în luna iulie) și un minim iarna (ianuarie.)

Vara, temperatura solului scade pînă la o anumită adîncime (în condițiile țării noastre stratul de izotermie se află în medie la 12—14 m). Straturile de la suprafață se încălzesc mult, căldura propagîndu-se treptat în orizonturile inferioare. Acest fel de distribuție verticală a temperaturii se numește tip de insolație.

Iarna dimpotrivă, temperatura solului crește cu adîncimea deoarece stratul de deasupra se răcește puternic (tip de radiație).

Primăvara se face trecerea de la tipul de iarnă la cel de vară, așa încît un strat rece este situat între două straturi mai calde.

Toamna repartiția temperaturii este inversă și anume: un strat mai cald între două mai reci. Suprafața solului începe să se răcească cu tendința de stabilire a tipului de variație de iarnă, însă în straturile inferioare se mai menține tipul de vară.

Pentru a ilustra variațiile de temperatura solului din cursul anului, la diferite adîncimi, în figura 14 sînt redate curbele tautochrone * ale lunilor ianuarie, aprilie, iulie, octombrie din 1967 de la Stația meteorologică Fundulea, iar în figura 15 geoizotermele lunare la ora 14 — Stația București Filaret.

Este de constat că la adîncimile mari, iarna temperaturile medii lunare continuă să crească, iar vara să scadă.

* Curbele tautochrone exprimă variația temperaturii solului cu adîncimea în anumite momente (la orele de observații meteorologice).

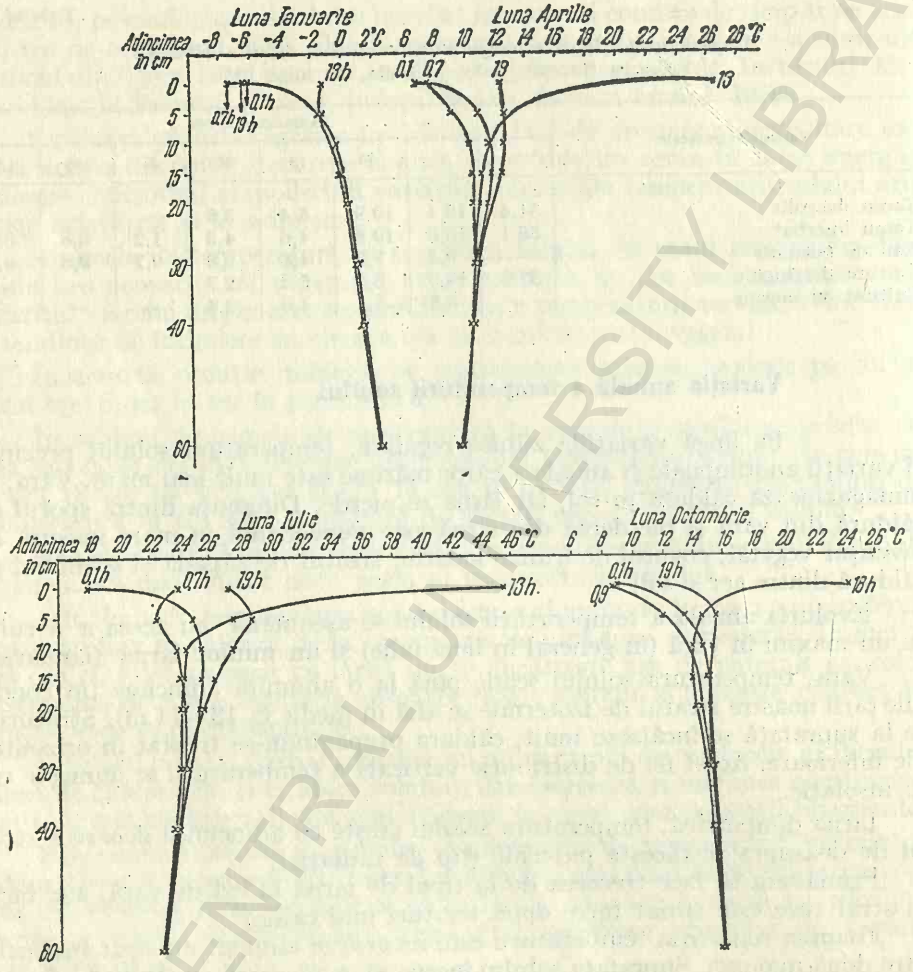


Fig. 14 — Curbe tautochrone lunare (valori medii lunare pe ore de observații) în anul 1967 la Stația agrometeorologică Fundulea, jud. Ilfov

Temperatura suprafeței solului prezintă mari diferențieri în repartiția teritorială.

În cele ce urmează, se face o analiză a repartiției teritoriale a temperaturii solului în valori medii lunare pe ore de observații și adîncimi.

La suprafața terenurilor neacoperite de vegetație, în aprilie la orele 8, temperatura medie lunară este cuprinsă în general între 9° și 11°C în regiunile de cîmpie și dealuri nu prea înalte din sudul țării (și din partea sud-estică mai joasă a Bazinului Transilvaniei) și între 7° și 9°C în părțile nordice ale Moldovei și Transilvaniei.

BCU / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În aceeași lună la orele 14, mediile depășesc 20°C în Cîmpia Română și în partea sudică a Cîmpiei de Vest, și 17°—18°C în partea nordică a teritoriului.

Cele mai ridicate valori medii lunare ale temperaturii suprafeței solului dezgolit se realizează la orele 14 în iulie cînd ele ajung la 39°—44°C în Cîmpia Română și în Dobrogea și la 33° — 39°C în Moldova, Transilvania și Cîmpia de Vest.

Este de remarcat marea capacitate calorică a solurilor de culoare închisă din partea centrală a Bărăganului, unde la suprafață, mediile lunare ale temperaturii ating 40°—44°C (la Ion Sion, Slobozia etc.).

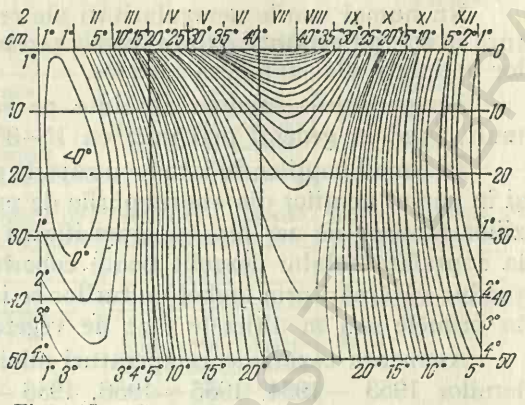


Fig. 15 — Geotermoizopletele lunare ale temperaturii solului la ora 14 — București-Filaret, perioada 1953—1957

La adîncimea de 10 cm în luna iulie, la ora 14, pe solul dezgolit, mediile temperaturii depășesc 28°C în sudul țării și 23°—24°C în nord.

Trebuie remarcat că primăvara solurile nisipoase se încălzesc mai repede și mai mult decît cele argiloase. După cercetările făcute în această direcție, diferențele sînt cuprinse în general între 1° și 2°C în favoarea celor nisipoase. Pe această proprietate a solurilor nisipoase de a se încălzi primăvara mai repede decît cele argiloase, se bazează paractica agricolă în însămînțarea timpurie a unor plante agricole cu cerințe sporite față de temperatură. Toamna însă solurile nisipoase se răcesc repede, iar cele argiloase mai greu.

Temperatura solului are deosebiri mici în repartiția teritorială la adîncimea de 20 cm. În luna iulie, la ora 8, ele sînt cuprinse între 20°—22°C în partea nordică a Moldovei și în Transilvania și între 22°—24°C în sud și în vest. La ora 14, temperaturile medii cresc față de cele de la ora 8 cu 0,5°—1°C, în partea nordică a țării și cu 1°—2°C, în sud. Toamna, în luna octombrie, la adîncimea de 20 cm temperaturile medii lunare descresc pînă la 10°—14°C la ora 8 și pînă la 12°—15°C la ora 14.

La adîncimi mai mari, atît în spațiu cît și în timp amplitudinile diurne și anuale ale temperaturii solului se micșorează.

Deosebirile dintre terenurile descoperite și cele acoperite cu vegetație se mențin și la adîncime, însă sînt mai mici.

Solurile umede din partea centrală a Cîmpiei Române, cele din părțile joase ale Cîmpiei Tisei, cele din depresiunile intracarpatice, cele din Podișul Transilvaniei și Moldovei, cele din luncile inundabile ale Dunării și ale rîurilor, precum și terenurile cu nivel ridicat al apelor freatice, au în sezonul cald temperaturi medii lunare mai coborîte (cu 2° — 4°C) decît solurile uscate.

Nu numai marile neregularități ale reliefului dau diferențe de temperatură în sol, pe versanții expuși diferit razelor solare, dar chiar și în cazul micilor ondulații ale suprafeței terestre.

Temperaturile minime absolute pe suprafața solului dezgolit coboară mult, fiind în general mai mici cu 1°—3°C, decît ale aerului.

În cursul nopților de iarnă, cu zăpadă puțină, cu geruri puternice, precum și în cursul nopților din anotimpurile de primăvară și toamnă, în cazul invaziilor maselor de aer rece și intensificării proceselor radiative, temperatura la suprafața solului dezgolit poate coborî foarte mult, atingînd valori care produc vătămări prin îngheț culturilor ce iernează, precum și plantelor aflate în primele sau în ultimele faze de vegetație.

Asemenea cazuri de temperaturi minime coborîte s-au produs în cursul iernilor 1953 —1954, 1955— 1956, 1956 — 1957 (Chișineu-Criș — 24,4°C, la 5.II.1956; Cotnari —26,8°C la 16.XII.1956; Tg. Frumos—28,6°C la 4.XII,. 1957; Tg. Mureș — 32,7°C la 5.II.1956; Crăciunelul — 32,8°C la 6.II.1954)

În cursul anului, mai ales în condițiile de timp senin și cu insolație puternică, suprafața solului dezgolit se încălzește puternic în cursul zilei, maximele de temperatură atingînd valori foarte ridicate (50°—70°C) comparativ cu cele ale aerului.

La unele stații meteorologice s-au înregistrat vara pe sol temperaturi maxime după cum urmează: 70,6°C la București — Filaret, 66°C la Tg. Frumos, 68,8 °C la Bărăganul, 63°C la Călărași, 62°C la Arad etc.

În afara variațiilor regulate de temperatură a solului, mai mari sau mai mici (zilnice, anotimpuale sau anuale) sînt de menționat și altele cu caracter intermitent. Acestea sînt determinate de variațiile neperiodice ale unor elemente meteorologice (vînt, ploaie, zăpadă etc.).

În general, efectele vîntului asupra temperaturii solului sînt mici. Este de reținut însă că evaporarea apei la suprafața solului, ca urmare a vînturilor uscate, răcește suprafața solului datorită consumului de căldură necesar desfășurării proceselor de vaporizare.

De regulă, ploaia exercită o acțiune de răcire a solului ea avînd o temperatură mai scăzută decît însăși solul. Pătrunderea apelor reci, care se infiltrează în straturile solului, poate determina efecte rapide de răcire în orizonturile inferioare ale solului. În timpul lunilor de iarnă, căderea de ploi calde va ridica temperatura straturilor superioare. Primăvara apariția ploilor reci în cantități mari îngreunează încălzirea solului, datorită căldurii specifice mari a apei.

Aproape întotdeauna efectele ploilor asupra temperaturii solului sînt de scurtă durată.

În tabelul 12 se prezintă, după B a v e r (1966), o sinteză a caracteristicilor anotimpuale ale variațiilor temperaturii solului (pentru regiunile temperate), în funcție de constantele termice și radiația solară.

Tabelul 12

Sinteza caracteristicilor anotimpuale ale temperaturii solului în regiunile temperate

Energia radiativă solară	Iarna	Primăvara	Vara	Toamna
	Scăzută, datorită unghiului mare de incidență cu solul	Medie, dependentă de nebulozitate	Mare, datorită unghiului mai mic de incidență cu solul	Medie
Căldura specifică a solurilor	Mare, datorită cantităților mari de umezeală	Medie, depinde de ploaie și evapotranspirație	Scăzută, datorită umezelii mici	Medie, depinde de precipitații și evaporație
Conductibilitatea termică a solurilor	Bună	Bună	Suficientă. Dependentă de gradul de uscare și afînare al solului	Bună
Caracteristicile temperaturii solului	Suprafața solului este mai rece decît subsolul	Suprafața solului ceva mai caldă decît subsolul	Suprafața solului mai caldă decît subsolul	Suprafața solului ceva mai rece decît subsolul
Direcția fluxului de căldură	De la subsol la suprafață și apoi în atmosferă	De la suprafața imediată și de la subsolul inferior la cel superior	De la suprafață la subsol	Din subsolul superior către cel inferior și către suprafață

Adîncimea de îngheț a solului

Înghețul solului este un fenomen fizic complex care depinde de o serie de factori a căror influență individuală este cunoscută, dar a căror pondere este greu de determinat cînd acționează în ansamblu. Cei mai importanți sînt: temperatura aerului, umezeala solului, stratul vegetal și de zăpadă, natura și relieful solului, modul de expunere a pantelor, profilul termic al solului (anterior perioadei de îngheț) etc.

Alternanța și interferența undelor de răcire cu cele de încălzire îngreunează și mai mult studiul.

În cercetările sale experimentale Koloskov (1947) distinge patru stadii în intensificarea fenomenului de îngheț în sol:

— stadiul anterior (suprarăcirea);
— formarea cristalelor de gheață în spațiile libere;
— continuarea înghețului cu creșterea volumului;
— mișcarea volumului gheții începînd de la suprafață, apariția fisurilor verticale și despărțirea solului în prizme înghețate.

Datorită complexității acestui fenomen fizic, pînă în prezent nu s-au putut stabili formule matematice generale pentru determinarea adîncimii de îngheț a solului, ci au fost elaborate unele relații, care leagă aceste adîn-

cimi de unii din factorii importanți, în condițiile speciale locale în care au fost cercetate.

Particularitățile locale ale reliefului, precum și micro-climatul determină deseori ca regimul de îngheț al solului să varieze considerabil în limitele unor spații restrînse.

De studiul regimului termic al solului s-au ocupat mulți oameni de știință. În acest domeniu există lucrările clasice ale lui Voikov, Lasigne, Luboslavski, Tolski, Abels, Cacinski, Nebolsin, Șulghin, Kerrenen, Stanev, Baldev.

Majoritatea acestor lucrări au ca scop studiul regimului termic al straturilor mai adînci ale solului și nu al stratului unde se află nodul de înfrățire.

De asemenea, în aceste lucrări se studiază problema schimbului de căldură în sol în perioada de vară și se dau numai unele exemple de corelație care există între temperatura solului și factorii meteorologici în perioada rece a anului.

Se mai cunosc numeroase lucrări cu caracter fizico-matematic care au fost consacrate problemei schimbului termic între sol și aer. Majoritatea problemelor atacate se rezolvă însă în funcție de mersul periodic al temperaturii. Din această cauză, ele nu dau posibilitatea să se determine temperatura solului în cazurile cele mai importante și anume în cazul înghețurilor mari și dezghețurilor cu mers vădit neperiodic al temperaturii.

Pe baza datelor existente referitoare la adîncimea de îngheț a solului (pe teritoriul R.S.R.), din intervalul 1954—1964 s-au stabilit parametri zo-

Fig. 16 — Zone cu adîncime maximă de îngheț

Tabelul 13

Adîncimile maxime ale geoizotermei de 0 °C, pe localităţi

Nr. crt.	Localitatea	Adîncimea de îngheţ în cm	Nr. crt.	Localitatea	Adîncimea de îngheţ în cm
1	Adamclisi	70	21	Mărculeşti	70
2	Bacău	80	22	Moara Domnească	70
3	Banloc	60	23	Odobeşti	80
4	Băileşti	70	24	Oradea	70
5	Bistriţa	80	25	Ploieşti	60
6	Bîrlad	85	26	Piteşti	60
7	Bucureşti-Băneasa	75	27	Roman	90
8	Calafat	60	28	Rm. Sărat	80
9	Călăraşi	70	29	Roşiori de Vede	70
10	Cîmpina	60	30	Săcuieni	70
11	Cîmpia-Turzii	85	31	Strehaia	70
12	Cluj	80	32	Tămăşeşti	70
13	Drăgăşani	75	33	Timişoara	60
14	Făgăraş	80	34	Tr. Măgurele	70
15	Fălticeni	90	35	Tîmbureşti	80
16	Geoagiu	70	36	Urlaţi	65
17	Griviţa	70	37	Valea Călugărească	60
18	Iaşi	80	38	Valul lui Traian	65
19	Istriţa	65	39	Zimnicea	70
20	Lugoj	60			

nali asupra adîncimii maxime de îngheţ a solului, necesari în tehnica de canalizare, construcţii, transmisiuni, drumuri şi şosele, hidroamelioraţii, prognoze hidrologice, agricultură etc.

În tabelul 13 este dată adîncimea maximă a geoizotermei de 0 grade C la o serie de localităţi care au avut instrumentaţia respectivă. Datele cuprinse în tabel au fost analizate comparativ cu elementele regimului termic (temperatura medie a lunii ianuarie şi a iernii, temperatura minimă a aerului, media din luna ianuarie şi din iarnă, temperatura minimă absolută de iarnă şi indicele mediu de îngheţ).

Pe baza acestor date s-a întocmit o hartă (fig.16) cu repartiţia zonală a adîncimilor maxime ale geoizotermelor cu 0°C, diferenţa între limita maximă şi minimă în fiecare zonă fiind de 10 cm. La delimitarea zonelor s-a ţinut seamă şi de condiţiile topoclimatice.

S-a delimitat şase macrozone în care sînt redate limitele de variaţie ale îngheţului maxim în sol.

Limitele maxime ale zonelor au fost obţinute prin majorarea în medie cu 10 cm a datelor din tabelul 13, ca un coeficient de siguranţă pentru iernile excepţionale, precum şi pentru condiţiile hidrofizice speciale ale solurilor.

Zona I, cu adîncimile maxime de îngheţ cele mai mici (50—60 cm), este destul de restrînsă. Ea cuprinde sud-vestul ţării, Cîmpia Timişului, Depresiunea Buziaşului şi Valea Dunării (între Buziaş şi Turnu Severin).

Zona II cu adîncimile maxime de îngheţ de 60—70 cm, are o extindere mai mare în vest, cuprinzînd Cîmpia Mureşului şi partea de sud a Cîmpiei Crişurilor, culoarul Mureşului (între Deva şi Lipova), dealurile şi depresiunile

ce mărginesc masivele Poiana Ruscăi și Semenic, spre sud dealurile Almașului, iar în Podișul Mehedinților se orientează spre est cuprinzînd partea centrală a Podișului Getic și dealurile Istriței. Aceeași zonă se mai întîlnește în Dobrogea de la sud spre Gura Portiței pînă la Podișul Negru-Vodă.

Zona III, cu adîncimi maxime de îngheț între 70—80 cm, are cea mai mare extindere pe teritoriul R.S.R. Cel mai frecvent din aceste adîncimi se întîlnesc în Cîmpia Română, podișurile și dealurile Dobrogei, precum și în Subcarpații Sudici și cei de curbură. O zonă asemănătoare cuprinzînd însă suprafețe mai restrînse este delimitată și în Cîmpia Someșului, Cîmpia Crișurilor (partea de nord), bazinul Mureșului (între Simeria și Blaj) și dealurile care mărginesc Carpații Apuseni spre Transilvania.

Zona IV, care este delimitată atît în Transilvania cît și în Moldova, are adîncimi maxime de îngheț de 80—90 cm. În Transilvania cuprinde cea mai mare parte a Podișului Transilvaniei, dealurile Someșului, depresiunea Maramureșului, precum și dealurile și depresiunile care mărginesc spre vest Munții Apuseni. Asemenea adîncime maximă de îngheț se întîlnește și în depresiunea Hațegului; în Moldova cuprinde Subcarpații Orientali (între Tg. Ocna și Tg. Neamț), sud—estul Podișului Sucevei, Podișul Bîrladului și Cîmpia Siretului de jos.

Zona V, cu adîncimi maxime de îngheț care variază între 90 și 100 cm, se întinde în Podișul Sucevei, în Depresiunea Jijiei, Depresiunea Perșanilor și dealurile care mărginesc Carpații Orientali spre Transilvania.

Zona VI, cu cele mai mari adîncimi maxime de îngheț (100—110) cm se situează în depresiunile intramontane din Carpații Orientali (Depresiunea Bîrsei, Ciucului și Giurgeului).

În repartiția zonelor cu adîncimile maxime de îngheț pe teritoriul R. S. R. se reflectă mai ales procesele de radiație și circulație în condițiile geografice respective.

Procesele de radiație determină o zonalitate latitudinală, cele mai mari adîncimi de îngheț fiind în nordul țării.

Invaziile maselor de aer arctic și polar, care pătrund spre sud și stagnează mai îndelungat în văile principale și în depresiuni, determină adîncimi de îngheț mai mari în aceste locuri, față de formele mai înalte de relief de la aceeași latitudine. Advecțiile calde mai frecvente în sud-vestul și sud-estul țării fac ca adîncimile de îngheț să se micșoreze din ce în ce către aceste regiuni.

Geotermoizopletele din figura 17 reprezintă variațiile zilnice pe diferite niveluri ale undelor de răcire și îngheț din cursul lunii ianuarie.

Astfel, în cursul lunii ianuarie 1963, geoizoterma de 0°C a atins la Bîrlad nivelul de 81 cm.

În condițiile pedoclimatice ale teritoriului R.S.R. adîncimile maximul anuale de îngheț (din observațiile instrumentale) oscilează în general între 50 și 110 cm.

Harta din figura 16 reflectă influența proceselor de radiație care determină zonalitatea latitudinală, cu adîncimile de îngheț cele mai mari în depresiuni (100 — 110 cm), pe văile principale (90 — 100 cm) și în general în

jumătatea de nord a țării (80—90 cm), unde invaziile maselor de aer arctic și polar pătrund și stagnează timp mai îndelungat. Această influență se resimte mai puțin pe formele mai înalte de relief de la aceeași latitudine. Advecțiile calde mai frecvente în sud-vestul și sud-estul țării fac ca în aceste zone adîncimile de îngheț să se micșoreze, oscilînd între 50—60 cm în zona I și 60—70 cm în zona II. Zona III, cu adîncimi maxime de îngheț de 70—80 cm, este o zonă de tranziție.

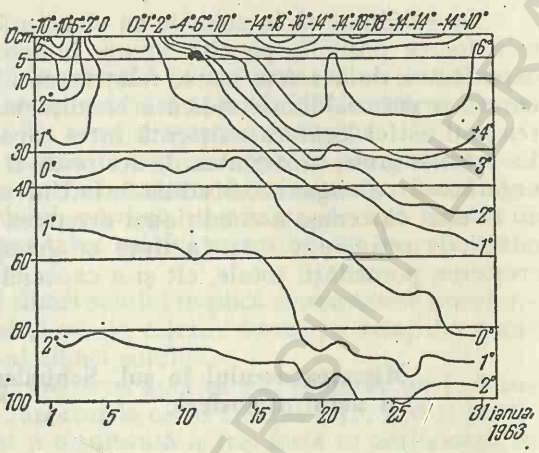


Fig. 17 — Geotermoizopletele lunii ianuarie 1963 la Stația meteorologică Bîrlad

Aerul din sol

Compoziția aerului din sol. Capacitatea de aer a solului

Aerul din sol constituie un alt element important al climei solului. Din punct de vedere calitativ compoziția aerului din sol este aceea cu cea a aerului atmosferic — un amestec de gaze, dintre care amintim: oxigenul, bioxidul de carbon, azotul, amoniacul, vaporii de apă etc. Din punct de vedere cantitativ, proporția diferiților componenți gazoși din aerul solului nu este aceeași cu cea din aerul atmosferic. Astfel, în aerul solului, bioxidul de carbon se află într-o proporție mai mare, datorită descompunerii materiei organice, iar proporția de oxigen este mai mică. Solul se prezintă ca un material poros, cu spații capilare și necapilare, ce sînt individualizate între particulele elementare de sol, ca și între agregatele constituite din aceste particule. Aceste spații formează în totalitatea lor așa-numitul *spațiu lacunar* sau *porii solului*. Cînd solul a fost complet saturat cu apă, cantitatea de aer care rămîne închisă în porii solului reprezintă *capacitatea de aer a solului*. Între cantitatea de apă și cantitatea de aer din spațiul lacunar există ca atare un raport invers proporțional.

Relația existentă între capacitatea de aer, structura și textura solului

Între capacitatea de aer și structura solului există o strînsă legătură. Astfel, capacitatea de aer este mai mare în solurile cu structură decît în cele fără structură. De asemenea, în solurile nelucrate, pe adîncimea profilului, descresc atît spațiul lacunar total, cît și capacitatea de aer și de apă. În solurile lucrate, în funcție de nevoia de apă și de aer a rădăcinilor plantelor, se urmărește realizarea unui raport optim între aer și apă.

De subliniat că în solurile cu structură, realizarea acestui raport optim este foarte posibilă, pe cîtă vreme în solurile nisipoase, de exemplu, deși capacitatea de aer este mare, relațiile cu apa sînt destul de defectuaose, deoarece o permeabilitate ridicată condiționează și o rapidă pierdere a apei, reieșind astfel legătura existentă între capacitatea de aer și textura solului. La solurile grele, capacitatea de aer poate fi sporită prin adăugirea de materii organice sau anorganice. Studiile de la Universitatea de Stat din Ohio (S.U.A.) au relevat că cenușa a condiționat creșterea capacității de aer în dauna capacității de reținere a apei, în timp ce gunoiul de grajd a contribuit atît la creșterea porozității totale, cît și a capacității de aer.

Mișcarea aerului în sol. Schimbul aerului din sol, cu aerul atmosferic

În natură se desfășoară un schimb continuu între aerul din sol și aerul atmosferic. Împrospătarea aerului din sol prezintă o importanță deosebită pentru viața plantelor și a microorganismelor și are loc în special prin difuziune și prin schimbarea în masă a aerului sub influența diferiților factori meteorologici și biotici.

a) *Procesul de difuziune*, spre deosebire de factorii fizici și biotici, este un proces continuu care facilitează schimbul de gaze între atmosferă și aerul din sol. Timpul necesar împrospătării aerului din sol variază cu adîncimea. Romell (1922 — Baver 1966) arată că în cazul solurilor cu textură fină, ca și în cazul solurilor compactate în straturile superficiale, coeficientul de difuziune al CO_2 se reduce foarte mult, de la straturile inferioare către atmosferă.

Pagé (1948 — Baver 1966) și Raney (1949 — Baver 1966) au adoptat unele tehnici pentru măsurarea directă a difuziunii în sol, stabilind că proporțiile proceselor de difuziune sînt legate de lucrările agricole.

b) *Factorii fizici și biotici*. Influența acestora asupra reînnoirii aerului din sol este intermitentă.

Dintre factorii *fizici* amintim:

— *Variațiile de temperatură*. De obicei solul și atmosfera au temperaturi diferite, ceea ce condiționează în schimb între atmosferă și aerul din sol (la temperaturi ridicate aerul se dilată și o parte iese în atmosferă, iar la temperaturi coborîte aerul se contractă și noi cantități de aer pătrund în sol).

— *Schimbarea presiunii atmosferice* ajută de asemenea la reîmprospătarea aerului. Orice creștere a presiunii atmosferice cauzează o descreștere a volumului aerului din sol.

— *Vîntul* provoacă înlocuirea aerului din spațiul lacunar al solului cu aer proaspăt. Cu cît unghiul de incidență cu suprafața solului este mai mare, cu atît este mai intensă pătrunderea în sol a aerului uscat și ieșirea la suprafață a aerului umed.

— *Apa de ploaie* ca și cea de *irigație* înlocuiește aerul încărcat cu CO_2 din spațiul lacunar, iar după infiltrația sau evaporația ei, o cantitate de aer proaspăt pătrunde în sol.

Factorii *biotici*. Creșterea capacității de aer a solurilor poate apare și ca un rezultat al activității unor animale, cum ar fi cîrtițele, popîndăii și rîmele în special. Edificatoare în acest sens sînt cercetările lui Wollny (1890 — Baver 1966), legate de activitatea rîmelor în sol.

Cu toate aceste procese, de natură fizică sau biotică, compoziția aerului din sol rămîne neomogenă, iar reglarea și mișcarea acestuia reprezintă o funcție a mai mulți factori.

Umiditatea solului

Apa înmagazinată în sol se prezintă ca un factor climatic deosebit de important în procesul de formare și evoluție a solului și în determinarea regimului hidrotermic și al aerului din zona sistemului radicular.

În același timp, conținutul de umiditate a solului exercită o acțiune puternică în microclimatul culturii respective și în caracteristica anuală a climatului.

Noțiunea de umiditate a solului exprimă cantitatea de apă existentă într-o probă de sol, raportată la greutatea solului uscat (ex: 10 grame apă la 100 grame sol uscat; 10 grame %).

Studiul umidității ca factor al climei solului implică o cunoaștere aprofundată a relațiilor ce există între apă și sol (în diferite forme), a relațiilor complexe cu toți factorii componenți al climei solului.

Pătrunderea, înmagazinarea și mișcarea apei în sol, prezintă unele însușiri caracteristice determinate de raporturile ce se creează între apă și particulele de sol. Aceste raporturi sînt o rezultantă a trei forțe ce acționează în interiorul solului și anume:

— forța de adsorbție a particulelor de sol;
— forța de ascensiune capilară a apei;
— forța de gravitație a pămîntului.

Raporturile dintre apă și sol exprimă deci energia sau forța cu care solul poate să rețină apa, în condițiile acțiunii celorlalte două forțe. În consecință, apa se găsește în sol sub mai multe forme, care, fără a fi strict diferențiate, (Brigs — 1897, Bouyoucos — 1921 — 1936, Rode — 1955), prezintă unele însușiri caracteristice:

— apa de higroscopicitate;
— apa peliculară;
— apa capilară;
— apa gravitațională;
— vaporii de apă.

Mișcarea apei în sol

Apa, pătrunsă în sol, saturează mai întîi higroscopic și capilar toate particulele acestuia și porii capilari dintr-un anumit strat. Apa care se află sub acțiunea forței de gravitație pătrunde treptat în adîncime, umectînd continuu solul pînă la adîncimea la care asigură saturarea acestuia cu apa higroscopică, peliculară și capilară.

Mișcarea apei în sol are loc sub trei forme:

— mișcarea sub formă de vapori;
— mișcarea capilară;
— mișcarea gravitațională.

Dacă se ia în considerare forma predominantă de deplasare, ce poate avea loc la un moment dat și într-un anumit strat de sol, atunci mișcarea apei poate fi privită din două puncte de vedere:

— tipul de mișcare a apei într-un sol neasaturat, ce are loc în special sub acțiunea forței capilare, de la suprafața unei particule de sol la alta, sau în cadrul porilor mici, la nivelul de contact dintre aer și apă;

— tipul de mișcare a apei într-un sol saturat, ce are loc în porii mai mari, în special sub acțiunea forței de gravitație.

Pentru caracterizarea diferitelor forme de mișcare a apei în sol se prezintă, sintetic, mișcarea apei în solurile nesaturate și saturate ca și mișcarea sub formă de vapori.

Mișcarea apei într-un sol nesaturat

Un sol este nesaturat cînd porii mari (necapilari) sînt umpluți cu aer. Mișcarea apei în această situație este dependentă de punctele de contact dintre aer și apă și are loc pe orizontală, pe verticală în sus, pe verticală în jos, sau sub orice unghi între verticală și orizontală.

Fără a intra în detaliile cercetărilor, de fizica solului, ce au fost efectuate în acest domeniu (R o d e — 1955, B a v e r — 1 966), este necesar să reținem că structura și textura solului determină numărul, mărimea și continuitatea porilor, care, în funcție de conținutul de umiditate a solului la un moment dat, determină conductivitatea capilarelor și prin aceasta viteza de mișcare a apei în sol.

M o o r e (1939 — B a v e r — 1966) a determinat conductivitatea capilară a solurilor în condițiile de textură diferită, stabilind că la o tensiune de 0,1 atmosfere, pentru condițiile mișcării apei în soluri nesaturate, acestea se ordonează astfel: nisipos, luto-nisipos, argilo-lutos, argilos.

În cazul mișcării apei în solurile saturate, ordinea solurilor este inversată (B a v e r — 1966).

În ceea ce privește conținutul de umiditate la care conductivitatea capilară devine zero, același autor a stabilit următoarea ordine: nisipos 5,0 g% (0,08 atm), luto-nisipos 20,4 g% (0,09 atm), argilo-nisipos 24,6 g% (0,12 atm) și argilos 25,9 g% (0,14 atm).

Rezultă că peliculele de apă din nisipuri devin discontinui la tensiuni mult mai coborîte sau la conținuturi de umiditate mult mai mici decît în cazul argilei.

Ca urmare, de la acest conținut de umiditate, mișcarea apei în sol are loc în faza de vapori.

B o d m a n și C o l m a n (B a v e r — 1966) au studiat mișcarea apei în jos, într-un strat de sol deasupra căruia s-a menținut un strat de apă constant, de 5 mm. Distribuția curbelor conținutului de umiditate pentru un sol argilo-nisipos și luto-argilos au arătat următoarele caracteristici:

— Stratul de 1 cm, de la suprafața solului, are un conținut de umiditate apropiat de saturarea porilor, în momentul cînd apa a pătruns pînă la 10 cm adîncime, iar adîncimea maximă de saturare este de numai 1,5 cm, indiferent de adîncimea pînă la care s-a saturat solul.

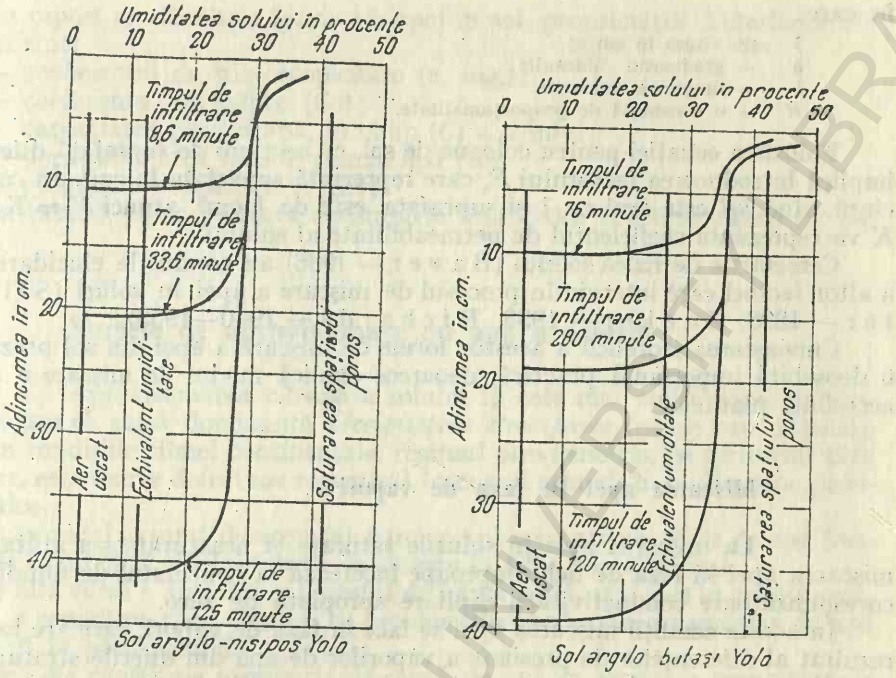


Fig. 18. — Curbele adîncimii de infiltrare a apei în sol (după B o d m a n şi C o l m a n — 1943)

— Sub acest strat de saturație, conținutul de umiditate a solului scade treptat cu adîncimea pînă ce ajunge la solul uscat.

Adîncimea maximă de umectare (fig. 18) a fost de 41 cm în 125 minute, în solul argilo-nisipos și de 30 cm în 1 020 minute, în solul luto-argilos, demonstrînd astfel diferențele în conductivitatea capilară a solurilor în funcție de textură.

Mișcarea apei pe orizontală sau sub diferite unghiuri între verticală și orizontală are loc numai sub acțiunea forței capilare, fiind mai mică decît mișcarea în jos.

Mișcarea apei în solurile saturate

În solurile saturate, mișcarea apei are loc în condițiile unui conținut mic de aer în porii solului.

Conform legii lui D a r c y (1956), viteza de scurgere a apei în medii saturate este direct proporțională cu gradientul hidraulic și invers proporțională cu lungimea coloanei:

$$V = K \cdot h/l$$

în care:

V este viteza în cm/s;
h — gradientul hidraulic;
l — lungimea coloanei;
K — o constantă de proporționalitate.

Folosirea ecuației pentru coloane de sol, cu secțiuni de suprafață diferite, implică introducerea factorului F, care reprezintă suprafața în cm². În consecință, cînd h/l este egal cu 1 și suprafața este de 1 cm², atunci $V = K$, iar K va reprezenta coeficientul de permeabilitate al solului.

Cercetările de fizica solului (B a v e r — 1966) au condus la elucidarea și a altor factori care intervin în procesul de mișcare a apei în soluri (S l i c h t e r — 1898, Z u n k e r — 1933, R i c h a r d s — 1940—1953).

Cunoașterea teoretică a acestor forme de mișcare a apei din sol prezintă o deosebită importanță practică, deoarece explică modul de mișcare a apei accesibilă plantelor.

Mișcarea apei în faza de vapori

La mișcarea apei în solurile saturate și nesaturate s-a arătat că mișcarea apei în faza de lichid aproape încetează la conținutul de umiditate corespunzătoare conductivității capilare apropiată de zero.

În aceste condiții mișcarea apei se face în faza de vapori, care are loc ca rezultat al diferențelor de presiune a vaporilor de apă din diferite straturi de sol. Mișcarea are loc de la straturi cu presiunea vaporilor mai mare către straturi cu presiunea mai mică.

L e b e d e f f (1927), studiind mișcarea apei în sol în faza de vapori, a stabilit că, în cursul unui an, aproximativ 72 mm de apă s-a condensat din vaporii din atmosferă, într-un cernoziom de lîngă Odesa.

Condensarea apei din atmosferă crește pe măsură ce diferența între umiditatea absolută a aerului și presiunea vaporilor de apă este mai mare.

C h a p t a l (1935), studiind același proces în sudul Franței, a constatat vara, creșterea umidității solului cu 1% (B o t z a n — 1966).

În țara noastră, B o t z a n (1966) a constatat acest proces, în cazul cercetărilor asupra bilanțului apei în solurile irigate de pe litoralul Dobrogean al Mării Negre și pe terasa Dunării la Brăila.

Studiile în acest domeniu prezintă o importanță practică, atît sub aspectul bilanțului apei din sol cît și în studiul rezistenței culturilor agricole la condițiile nefavorabile ale intervalelor secetoase din cursul perioadei de vegetație.

Proprietățile hidrofizice ale solului

Exprimarea cantitativă a relațiilor dintre sol și apă se obține prin determinarea proprietăților hidrofizice ale solului (constante hidrofizice), care se prezintă sub forma unor indici, constanți în anumite condiții fizice date.

În raport cu diferitele forme ale apei în sol, proprietățile hidrofizice ale solului sînt:

— coeficientul de higroscopicitate (c. hig.);
— coeficientul de ofilire (Co);
— capacitatea pentru apă, în cîmp (*C*) a solului;
— permeabilitatea solului pentru apă (K);
— greutatea volumetrică (G.v).

În tabelul 14 se prezintă constantele hidrofizice la cîteva tipuri de sol.

Sursele de aprovizionare cu apă a solului

Aprovizionarea cu apă a solului în cele mai multe zone pedoclimatice are ca sursă dominantă *precipitațiile atmosferice* (ploaie sau zăpadă).

În condițiile climei continentale, regimul pluviometric, pe teritoriul țării noastre, este foarte defectuos repartizat în cursul anului, în multe zone pedoclimatice.

Intrazonal, o sursă de aprovizionare cu apă o constituie pînza de apă freatică, în cazul cînd nivelul freatic se găsește la 1,5—3 m adîncime.

O altă sursă a apei din sol, destul de importantă, mai ales în zonele secetoase, o constituie *roua internă*, ce provine din condensarea vaporilor de apă existenți în porii solului.

Irigația constituie o importantă sursă de apă în formarea rezervelor de umiditate ale solului, fiind dirijată de om, în conformitate cu cerințele plantelor față de apă.

Relațiile dintre sol-apă-plantă și condițiile meteorologice

În perioada de vegetație a plantelor se creează relațiile complexe între sol, apă, plantă și evoluția condițiilor meteorologice.

Aceste relații exprimă în esență posibilitățile plantei de a se aproviziona cu apă, în concordață cu cerințele fiziologice din cursul perioadei de vegetație.

Accesibilitatea apei pentru plantă

Apa din sol, cuprinsă în intervalul dintre coeficientul de ofilire (Co) și capacitatea pentru apă a solului în cîmp (C), reprezintă apa accesibilă plantelor. Această cantitate maximă de apă accesibilă plantelor se definește prin capacitatea de apă accesibilă (Caa) sau capacitatea de apă utilă (Cau) a solului, iar intervalul de umiditate dintre aceste două constante se numește interval al umidității active.

Tabelul 14

Proprietățile hidrofizice ale solurilor din sudul R.S.R. (pe adîncimea de 100 cm) **pe grupe de soluri** (valori medii și abateri medii patratice ale mediei) — după C a n a r a c h e

Nr. crt.	Tipul (subtipul) genetic de sol și sectorul geografic	Proprietăți hidrofizice			
		Greutatea volumetrică (G v) g/cm³	Coeficient de ofilire (C_o) mm	Capacitatea de apă în cîmp (C) mm	Capacitatea de apă accesibilă (CAA) mm
1	Soluri bălane: Dobrogea	1,28±0,03	78± 6,9	308±24,0	239±13,5
2	Cernoziom castaniu: Dîmbovița-Siret	1,23±0,01	122± 3,6	299± 4,2	179±5,8
3	Cernoziom ciocolatiu: Dobrogea, Cîmpia Română	1,29±0,01	134± 3,6	295± 7,3	167± 5,0
4	Cernoziom slab și mediu levigat: Dobrogea	1,30±0,02	144±10,4	315± 8,0	174± 9,9
5	„ „ „ Dîmbovița-Siret	1,38±0,02	162± 3,9	302± 3,6	140± 4,2
6	„ „ „ Olt și Dîmbovița	1,33±0,01	177± 8,9	327± 3,7	149± 9,7
7	„ „ „ Oltenia	1,35±0,01	165±13,5	306±13,0	140± 7,6
8	Cernoziom puternic și f. puternic levigat: Olt-Dîmbovița	1,37±0,02	215± 5,7	332± 7,5	117± 7,1
9	„ „ „ Oltenia	1,46±0,02	180± 8,9	316± 7,0	134± 9,0
10	Cernoziom și cernoziom levigat freatic umed: Dîmbovița-Siret	1,38±0,03	136±10,2	321± 8,7	185± 9,7
11	Cernoziom levigat nisipos: Cîmpia Română	1,37±0,03	113±5,7	277±22,6	167±22,6
12	Cernoziomuri levigate argiloase: Dîmbovița-Siret	1,41±0,02	215±13,5	353±19,4	154±15,0
13	Soluri brune-roșcate de pădure: Dîmbovița-Siret	1,47±0,05	201± 7,7	341± 8,5	140±14,5
14	„ „ : Oltenia, Olt-Dîmbovița	1,44±0,02	197± 6,5	324± 7,7	126± 3,6
15	Solurile podișului Getic: Pod. Getic]	1,35±0,02	231±15,8	412±30,6	178±27,1
16	Nisipuri: Cîmpia Română	1,49±0,02	56± 5,4	203±16,4	147±14,9

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITARĂ LIBRARY

Valoarea acestor constante diferă de la un tip de sol la altul, în funcție de textură, structură, porozitate, adîncimea apelor freatice, stratificația straturilor de sol etc.

În figura 19 se prezintă conținutul de apă corespunzător principalelor constante hidrofizice (% și în mm) pentru trei tipuri de sol (B o t z a n — 1966). Pentru o caracterizare sintetică și expresivă a raportului dintre apa accesibilă plantelor și capacitatea pentru apă în cîmp, același autor stabilește și propune relația „coeficientului capacității active" (tabelul 15).

$$K_c = \frac{C - C_o}{C} \cdot 100$$

în care:

K_c este coeficientul capacității active.

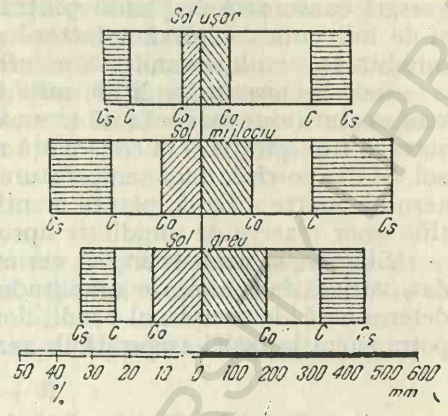


Fig. 19 — Conținutul de apă corespunzător principalelor constante hidrofizice exprimate comparativ în % și în mm, pentru trei tipuri de sol (după B o t z a n — 1966)

Tabelul 15

Capacitatea de înmagazinare a umidității active, pentru o gamă de soluri, pe 1 m adîncime (după B o t z a n — 1966)

Solul	0,1 Gv (C – C_o) mm	$K_c \frac{C - C_o}{C} \cdot 100$
Cernoziom pe nisip de dune	225	75%
Cernoziom castaniu pe loess	175	56%
Cernoziom levigat pe loess	160	49%
Sol brun-roșcat de pădure pe loess	145	44%
Lăcoviște	175	35%

Se observă o descreștere puternică a capacității de înmagazinare a umidității active, în funcție de conținutul de argilă.

Accesibilitatea apei pentru plante reprezintă o premisă importantă în ridicarea productivității plantelor, fapt care a condus la efectuarea unor ample cercetări în acest domeniu (B a v e r — 1966, B o t z a n — 1966, O b r e j a n u și colaboratorii — 1958—1969, I o n e s c u - S i ș e ș t i și S t a i c u 1958, H u l p o i și colaboratorii — 1961—1969, U l a n o v a 1959, A p e t r o a e i — 1961—1969 ș.a.).

În general, pe baza cercetărilor efectuate, se admite că 50% din capacitatea de apă accesibilă a solului constituie limita minimă (plafonul minim) a rezervelor de umiditate accesibilă favorabile pentru o vegetație normală. Sub 50% Caa, cu cît rezervele de umiditate accesibilă scad către coeficientul de ofilire, cu atît plantele depun un efort mai mare pentru absorbția apei. Dar

energia consumată de plantă pentru absorbția apei din sol este determinată și de influența complexă a factorilor meteorologici, între care temperatura și umiditatea aerului manifestă o influență deosebit de puternică.

Astfel, chiar în condițiile unor rezerve mai mici de apă accesibilă, dacă temperatura este mai scăzută și umiditatea aerului mai mare, planta își micșorează transpirația și în consecință necesită o absorbție mai redusă a apei din sol. Și dimpotrivă, dacă temperatura este deosebit de ridicată, iar umiditatea aerului foarte scăzută, planta manifestă o ofilire temporară, chiar în condițiile unor rezerve de umiditate apropiate de capacitate.

Sintetic, se poate spune că, cerințele față de apă ale plantei, la un moment dat, variază în funcție de amplitudinea dintre evapotranspirația potențială determinată de complexul condițiilor meteorologice din acel moment și evapotranspirația reală, asigurată de rezervele de umiditate ale solului.

Cerințele plantelor față de apă în cursul perioadei de vegetație

Pentru a se evalua asigurarea cu apă a plantelor în cursul perioadei de vegetație, se pornește de la diferite limite ale umidității accesibile, favorabile pentru vegetația normală.

Astfel, pentru desfășurarea normală a proceselor de germinație și răsărire, umiditatea accesibilă (în stratul de sol 0—10 cm) nu trebuie să scadă sub 5 mm, iar umiditatea maximă să nu depășească mai multe zile capacitatea de apă accesibilă(12—20 mm).

În perioada de formare a frunzelor sau în faza de înfrățire, adîncimea stratului de sol, în care este necesară o umiditate optimă, crește treptat cu adîncimea de pătrundere a rădăcinilor și anume de la 20 cm în faza de 2—3 frunze, pînă la 50—70 cm în faza de înfrățire (cereale păioase) și formare a frunzelor (prășitoare).

În această perioadă limitele umidității optime sînt cuprinse între 45—90 % Caa în stratul respectiv.

— În fazele de consum maxim a apei din sol (formarea paiului, frunza 10—12, înflorire, maturitate în lapte) cînd planta trebuie să asigure cea mai mare parte din energie pentru desfășurarea normală a proceselor de creștere și dezvoltare, se înțelege că energia folosită în absorbția apei din sol trebuie să fie minimă. Acest fapt este reliefat în desfășurarea proceselor fiziologice de creștere a plantelor prin care se asigură mai întîi o creștere completă a sistemului radicular și apoi are loc creșterea activă a organelor de asimilare și reproducere.

În consecință, în aceste faze limitele umidității optime sînt mai apropiate de capacitatea pentru apă accesibilă a solului și mai puternic diferențiate de la o cultură la alta. În general, plafonul minim variază între 55—90% Caa, în funcție de consumul de apă specific plantei în faza respectivă, iar stratul de sol, în care se găsește masa principală a rădăcinilor, este de 70—100 cm.

După faza de maturitate în lapte, cerințele față de apă, la majoritatea culturilor, scad treptat, fiind fiziologic necesară această aprovizionare mode-

rată cu apă, pentru micșorarea intensității proceselor vegetative și parcurgerea normală a procesului de coacere a semințelor (fructelor).

Abaterile mari, pozitive sau negative, față de limitele minime ale optimului cerut de plante creează un dezechilibru în desfășurarea proceselor de creștere și dezvoltare, conducînd la micșorare a randamentului în producție.

Consumul apei din sol

Prin consumul total al apei din sol, se înțeleg pierderile de apă — neproductive — prin evaporația de la suprafața solului și consumul — productiv — prin transpirația plantelor.

Consumul total al apei din sol se exprimă prin relația:

$$\Sigma(e + t)$$

în care:

e reprezintă evaporația apei în cultură, de la suprafața solului;
t — consumul de apă prin procesul de transpirație al plantelor.

Consumul neproductiv, prin evaporarea apei din sol

Procesul fizic de evaporare a apei din sol este determinat de factori meteorologici și factori de sol.

Factorii meteorologici care determină evaporarea apei din sol. Evaporarea apei, de la o sursă oarecare, poate să aibă loc numai cînd atmosfera, ce vine în contact cu apa, nu este saturată în vapori de apă. Apa, dintr-un vas ermetic închis, se evaporă pînă ce aerul din vas va fi saturat în vapori de apă, la temperatura respectivă.

Cercetările numeroase, efectuate în acest domeniu, au demonstrat că evaporarea apei din sol este determinată de următorii factori meteorologici:

—Radiația solară (lumina și temperatura) constituie factorul energetic de bază în procesul de evaporare, determinînd intensitatea și cantitatea de apă evaporată.

— Presiunea vaporilor de apă în atmosferă determină potențialul de vapori de apă ce pot fi transferați de la suprafața solului în atmosferă.

— Precipitațiile atmosferice determină cantitatea de apă evaporată în mod real la un moment dat.

— Vîntul determină o perturbație continuă a aerului în imediata apropiere a suprafeței solului, fapt care conduce la accelerarea procesului de evaporare a apei în funcție de viteza vîntului.

Factorii de sol care afectează evaporarea apei din sol. Cantitatea de apă evaporată de la suprafața solului este determinată de o serie de factori de sol, între care mai importanți sînt:

— Conținutul de umiditate a solului este cel mai important factor care influențează cantitatea de apă evaporată. Cercetările efectuate au demonstrat că la conținuturi mari de umiditate, evaporația apei de la suprafața solului este practic constantă.

— Textura și structura solului influențează puternic evaporația prin acțiunea ce o manifestă în relațiile dintre apă și sol.

— Culoarea, panta și expoziția solului constituie factori care influențează evaporația prin particularitățile ce le creează în regimul termic al solului.

—Starea de afînare sau tasare a suprafeței solului determină o reducere sau o intensificare a evaporației prin întreruperea sau asigurarea continuității capilarelor.

Consumul productiv al apei din sol, prin procesul de transpirație a plantelor este determinat de cerințele fiziologice ale plantei în cursul perioadei de vegetație, în concordață cu evoluția condițiilor meteorologice, proprietățile hidrofizice ale solului și conținutul de umiditate din stratul de sol în care se află masa principală de rădăcini.

Regimul hidrologic al solului

Procesul de pătrundere, înmagazinare și mișcare ca și cel de pierdere a apei din sol, constituie regimul hidrologic al solului.

R o d e (1956) pornind de la principiile lui V î s o ț c h i privind coeficientul de umectare, a elaborat un sistem unitar de clasificare pedoclimatică a tipurilor și subtipurilor de regim hidrologic al solului.

Coeficientul de umectare (C_u) a lui V î s o ț c h i se bazează pe raportul între precipitații (P) și evaporație (E) în sume anuale:

$$C_u = \frac{P}{E}$$

El a arătat că, în conformitate cu acest coeficient, în regimul hidrologic al solului pot avea loc trei situații și anume:

— $C_u > 1$ indică un exces de umiditate, fapt care conduce la un regim hidrologic percolativ, pe tot profilul de sol și în tot cursul anului;

— $C_u < 1$ indică un regim hidrologic nepercolativ;

— $C_u \cong 1$ indică un regim hidrologie periodic percolativ (percolativ în anii ploioși cînd $C_u > 1$ și nepercolativ în anii cînd $C_u < 1$.

Avînd la bază acest criteriu, ca și rezultatele altor cercetări, R o d e stabilește următoarele tipuri principale de regim hidrologic;

— tipul I — regim hidrologic de îngheț perpetum;

— tipul II — regim hidrologic percolativ și periodic percolativ;

— tipul III — regim hidrologic nepercolativ;

— tipul IV — regim hidrologic exudativ;

— tipul V — regim hidrologic de irigație.

În condițiile din țara noastră se realizează tipurile de regim hidrologic de la II—V, astfel:

Tipul II — subtipul de regim hidrologic percolativ se întîlnește în cadrul zonei forestiere, unde regimul pluviometric asigură o umectare puternică a solului ($C_u > 1$) în tot cursul anului;

—subtipul de regim hidrologic periodic percolativ este caracteristic zonei de silvostepă ($C_u \gtrless 1$) și în crovurile din stepă; în acest caz umectarea solului pe tot profilul are loc periodic, mai frecvent în primăvară.

Tipul III, regimul hidrologic nepercolativ, este caracteristic zonei de stepă și la limita de tranziție dintre stepă și silvostepă. Sursa dominantă de aprovizionare cu apă a solului o constituie de asemenea precipitațiile atmosferice dar adîncimea de infiltrare a apei nu depășește profilul solului.

Tipul IV, regimul hidrologic exudativ ($C_u < 1$), este caracterizat de un consum al apei din sol prin evapotranspirație mai mare decît apa înmagazinată din precipitațiile atmosferice. Se înțelege că aprovizionarea cu apă a solului are ca sursă, pe lîngă precipitații, și apa freatică.

Tipul V, regimul hidrologic de irigație este caracteristic solurilor din sistemele de irigație. În acest caz solul se aprovizionează cu apă, atît din precipitațiile atmosferice cît și din apa dată prin irigație. În funcție de regimul de irigație aplicat pot apare subtipuri diferite de regim hidrologic.

Cercetările privind regimul hidrologic al solurilor din țara noastră efectuate de Oanea (1957), Obrejanu și colaboratorii (1958—1966), Cernescu (1958), Chiriță (1961—1962), Botzan (1966), au permis cunoașterea tipurilor și subtipurilor de regim hidrologic al solurilor în diferite zone pedoclimatice și au condus la clasificarea acestora.

Regimul de umiditate al solurilor în culturile agricole exprimă dinamica modificărilor în conținutul de umiditate pe întreg profilul de sol.

În cursul unui an agricol, anotimpurile de toamnă-iarnă constituie perioada de formare a rezervelor de umiditate ale solului, datorită precipitațiilor relativ mai abundente și în special pierderile reduse de apă prin evapotranspirație.

În cadrul zonelor naturale ale țării, începutul perioadei de acumulare relativ stabilă a apei în sol se manifestă în mod normal în luna octombrie, pentru cea mai mare parte a zonei forestiere și în luna noiembrie pentru zonele de stepă, silvostepă și parțial forestieră (Apetroaei — 1966).

Abaterile de la această regulă se constată în toamnele anormal de ploioase (ex.: 1964), cînd rezervele de umiditate se refac din luna septembrie. Frecvența acestor abateri este totuși foarte mică, în special în zona de stepă.

Din analiza rezervelor de la sfîrșitul perioadei de vegetație (R.f — convențional la 31.X.), în intervalul anilor 1961—1966, pe zonele naturale din R.S.R., Apetroaei (1966) a constatat o amplitudine foarte mare a rezervelor de apă în toate zonele, în funcție de evoluția condițiilor meteorologice anuale; amplitudinea și frecvența abaterilor cresc totuși sensibil către zona de stepă (tabelul 16).

În cadrul zonelor diferențierile se manifestă în funcție de caracteristicile locale ale condițiilor fitopedoclimatice.

În cursul iernii, coeficientul de înmagazinare a precipitațiilor (raportul între apa înmagazinată în profilul de sol și apa total căzută la suprafața solului) este o funcție a deficitului de umiditate a solului la începutul perioadei de acumulare stabilă a apei (Rf 31. X), a proprietăților hidrofizice ale solului,

Tabelul 16

Rezerva finală (Rf 31. X) în profilul de sol 0—150 cm—medie pe perioada anilor 1961—1966, în cultura grîului de toamnă și în arătura de toamnă

Nr. crt.	Zona naturală	Rf 31. X. Grîu			Rf 31 X. Arătură		
		minimă	maximă	medie	minimă	maximă	medie
		% din capacitatea de apă accesibilă					
1	Stepă	8,7	77,1	23,4	9,2	69,3	21,7
2	Silvostepă	7,3	92,6	38,2	10,9	76,9	39,9
3	Forestieră	8,3	94,4	36,0	6,3	88,1	39,8
4	Soluri freatic umede (NF~1,5 m)	31,0	95,3	60,3	34,5	99,0	52,8

a condițiilor de relief și a evoluției și caracterului condițiilor meteorologice din această perioadă.

Analiza rezervei de la începutul perioadei de vegetație în profilul de sol 0—150 cm (Ri la 31. III), din același interval de ani, a scos în evidență aceleași amplitudini mari ale rezervelor de umiditate accesibilă, în toate zonele, însă cu valori mai bine diferențiate pe zone și condiții locale (tabelul 17).

Tabelul 17

Rezerva inițială de umiditate accesibilă (Ri 31. III) în profilul de sol 0 — 150 cm — medie pe perioada anilor 1961—1966, în cultura grîului de toamnă și în arătura de toamnă

Nr. crt.	Zona naturală	Ri-31 III-Grîu			Ri 31-III.Arătură		
		minimă	maximă	medie	minimă	maximă	medie
		% din capacitatea de apă accesibilă					
1	Stepă	17,4	93,6	70,7	10,9	102,2	66,9
2	Silvostepă	50,0	110,6	81,9	57,9	112,6	85,3
3	Forestieră	35,8	112,0	80,5	35,0	120,2	85,7
4	Soluri freatic umede (N.F.~1,5 m)	71,8	112,8	100,0	68,6	122,5	103,2

De asemenea, a mai reieșit că valorile maxime ale rezervelor de apă la desprimăvărare prezintă diferențieri ale zonelor naturale mai evidente decît în cazul valorilor medii.

În anotimpul de primăvară (martie—mai), rezervele de umiditate ale solului se completează în mică măsură; în arăturile pentru culturile de primăvară modificările în conținutul de umiditate se constată în stratul de sol de 20—40 cm de la suprafață, în funcție de evoluția condițiilor meteorologice.

În cazul culturilor de grîu de toamnă, scăderea puternică a rezervelor de umiditate se constată în faza de înspicare. Rezervele de apă accesibilă (cînd Ri 31. III a fost mai mare de 70% Caa în profilul de sol 0—150 cm) scad la 50% Caa între 15. V — 25 VI în stepă, între 25.V — 30.VI. în silvostepă și după 10. VII în zona forestieră.

La sfîrșitul perioadei de vegetație a grîului de toamnă (30.VI—25.VII) rezervele de apă prezintă valori cuprinse între 0—24% Caa în stepă, 15,3—41,9% Caa în silvostepă și între 25,0 — 66,3% în zona forestieră.

În cultura porumbului, pînă la prima decadă a lunii iunie, modificările în conținutul de umiditate sînt relativ mici și numai în stratul de la 0—30 cm datorită consumului mic prin evapotranspirație în primele faze de vegetație.

După această dată, pe măsura desfășurării fazelor de vegetație, consumul de apă și în consecință modificările în conținutul de umiditate a straturilor mai profunde ale solului, se produc progresiv, fiind deosebit de puternice in intervalul de la apariția paniculului și pînă în faza de maturitate în lapte.

În condițiile unor rezerve de umiditate accesibilă mai mare de 70% Caa la 31.III, scăderea umidității la 50% Caa pe întreg profilul, s-a constatat între 25. VI—15.VII în stepă, între 10.VII —25.VII în silvostepă, iar în zona forestieră între 25.VII—25.VIII.

În anii cu rezerve de umiditate la desprimăvărare în jurul a 50% Caa scăderea umidității pe întreg profilul se petrece într-un interval foarte scurt (3—5 zile), imediat ce precipitațiile căzute scad sub 15—20 mm în decursul decadei.

Din analiza regimului de umiditate a solului pe zonele naturale din R.S.R., s-a constatat că rezervele de apă de la desprimăvărare constituie un indice hotărîtor în adaptarea măsurilor agrotehnice la particularitățile anuale ale condițiilor agrometeorologice.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Capitolul

IV

Evapotranspirația

Vaporii de apă din atmosferă provin aproape exclusiv din procesele de evaporație și transpirație (evapotranspirație) ce au loc la suprafața planetei noastre.

Cea mai mare parte din acești vapori — 85% — rezultă din procesele de evaporare ce au loc deasupra mărilor și oceanelor. În zonele continentale atît prin evaporarea directă din sol, cît și prin transpirație, atmosfera primește o cantitate de aproximativ 15%.

Procesul de evaporare constă în faptul că unele molecule de apă posedînd o viteză de mișcare mai mare decît cea medie, ies din sfera de atracție a moleculelor vecine și se acumulează treptat sub formă de vapori la suprafața apei, a solului sau a plantei.

Paralel cu creșterea temperaturii, numărul moleculelor de apă, antrenate în această mișcare rapidă, crește, intensificînd evaporația. Transformarea apei în vapori este totdeauna însoțită de un consum de căldură, care este echivalent cu energia necesară pentru învingerea atracției dintre molecule și a presiunii exterioare, adică pentru smulgerea moleculelor din mediul lichid și eliminarea lor în mediul gazos.

Cantitatea de căldură necesară pentru evaporarea unui gram de lichid se numește căldură latentă de evaporare. Pentru calculul ei în cazul apei, se folosește următoarea formulă empirică:

$$L = 597 - 0{,}6\,t$$

în care:

L este căldura de evaporare a apei în calorii gram;
t — temperatura.

Intensitatea evaporației reprezintă cantitatea de apă evaporată în unitatea de timp, pe unitatea de suprafață (g/cm²/secundă) — sau se mai poate exprima prin grosimea în mm a stratului de apă evaporat în unitatea de timp.

BCU IAȘI UNIVERSITY LIBRARY

În condiții naturale, procesul de evaporare decurge continuu tot timpul anului, reprezentînd o verigă principală în circuitul apei în natură și un factor important în schimbul de căldură care afectează organele vegetale și animale.

Intensitatea evaporării la suprafața apei libere ne dă o imagine asupra potențialului de evaporare al zonei, respectiv evaporația potențială în condițiile atmosferice date (puterea evaporantă a atmosferei).

În cazul procesului complex de evapotranspirație, intensitatea pierderilor de apă sub formă de vapori atinge valori maxime, atunci cînd plantele în plină vegetație sînt aprovizionate în optim cu apă, iar covorul vegetal acoperă solul uniform pe mari suprafețe (zeci de ha). În aceste condiții evapotranspirația capătă valori potențiale (ETP).

Evapotranspirația reală (ETR) reprezintă cantitatea de apă efectiv pierdută în funcție de parametrii atmosferici, starea solului și a plantei.

Se înțelege că evapotranspirația reală, în cazul unui înveliș vegetal cultivat sau necultivat, poate atinge valori potențiale numai în condițiile unei aprovizionări nelimitate cu apă din sol. Adică ETR tinde să devină ETP.

Diferența dintre evapotranspirația potențială și cea reală, este cu atît mai mare cu cît forța evaporantă a atmosferei crește, iar sursa de aprovizionare cu apă scade. Paralel cu creșterea acestei diferențe, se înrăutățește starea fiziologică a plantei.

O mai clară înțelegere a raporturilor dintre fenomenele respective se poate căpăta din următorul exemplu: în zona Taşkentului evapotranspirația potențială anuală este de aproximativ 1 200 mm, în timp ce evapotranspirația reală nu depășește 200 mm, diferența extrem de mare de 1 000 mm dintre ETP și ETR indică ariditate pronunțată — pustiu — și imposibilitatea cultivării plantelor fără irigare.

În Bărăgan, evapotranspirația potențială este de aproximativ 800 mm, iar cea reală 500 mm. Diferența de 300 mm indică o ariditate mai moderată. Culturile dau rezultate satisfăcătoare chiar neirigate, însă pentru o recoltă optimă este necesar fie să se adauge 300 mm apă prin irigație (3 000 m³/ha), fie să se reducă evapotranspirația potențială spre nivelul de 500 mm.

Dependența recoltei de raportul dintre evapotranspirația reală și potențială este redată schematic în figura 20.

Din grafic se observă că maximum de recoltă se realizează cînd evapotranspirația reală (ETR) este egală cu evapotranspirația potențială (ETP) sau apropiată de aceasta, adică raportul:

$$\frac{ETR}{ETP} = 1$$

În măsura în care valoarea raportului respectiv coboară sub 1 (adică ETR este mai mic decît ETP) recolta scade.

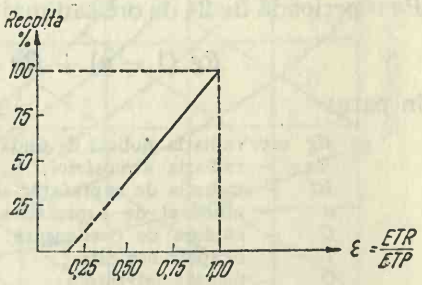


Fig. 20 — Relațiile existente între mărimea recoltei (exprimate în g substanță uscată) și raportul $\frac{ETR}{ETP}$ (după R o b e l i n 1968)

Evaporarea de la suprafața solului acoperit cu plante se deosebește fundamental de cea de la suprafața apei. În primul caz suprafața de evaporare (suprafața frunzelor), este mai mare, însă intensitatea transpirației pe aceeași suprafață este mai mică.

Factorii care influențează evapotranspirația

Intensitatea de pierdere a apei prin evaporație de la sol sau prin transpirație de la suprafața frunzelor, este determinată în mare măsură de gradientul de presiune al vaporilor, adică de diferența dintre presiunea vaporilor de la suprafața frunzei sau a solului și acea din atmosferă.

La rîndul său gradientul de presiune al vaporilor este determinat de o serie de factori din aer și sol:

— energia radiantă — insolația netă — *Rn* — (bilanțul între radiația solară globală, radiația atmosferei și cea a pămîntului);
— temperatura aerului, ca o consecință directă a acestui bilanț;
— deficitul de saturație — e w e.
— mișcările aerului pe verticală și pe orizontală;
— gradul de aprovizionare cu apă al suprafeței de evaporare;
— particularitățile biologice ale plantelor;
— caracteristicile solului.

Energia radiantă

O cantitate considerabilă de energie este necesară pentru pierderea apei din sol sau din frunze.

Puterea de evaporare a atmosferei depinde de fracțiunea disponibilă din energia totală, intrată în acțiune în cursul schimbului termoradiativ global. Pe o perioadă de 24 de ore sau mai mare, acest bilanț poate fi exprimat astfel:

$$Rg\ (1 - a) + Ra + LC = LE + Rt \pm Q$$

în care:

Rg este radiația globală de undă scurtă;
Ra — radiația atmosferei;
Rt — radiația de suprafață: sol, plante;
a — albedoul de suprafață;
C — căldura de condensare;
E — evapotranspirația;
Q — energia advectivă;
L — căldura latentă de evaporare.

Dacă *Rn* reprezintă radiația netă rezultată dintr-un bilanț radiativ momentan, atunci

$$Rn = L(E - C) \pm Q.$$

BCU TIMIȘOARA CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Termenul $L(E-C)$ exprimă bilanțul parțial de energie utilizat în schimbul de apă dintre sol, plante și atmosferă. În această situație Rn corespunde cantității de apă evaporabilă la un moment dat; este deci, o expresie a energiei potențiale instantanee.

Temperatura și tensiunea vaporilor de apă din atmosferă

Factorul termic are o dublă acțiune asupra evapotranspirației; pe de o parte temperatura intensifică direct transformarea apei în vapori (așa cum s-a explicat în prima parte din acest capitol), iar pe de alta, mărește capacitatea aerului de a menține vaporii de apă în stare de saturație. Așa de exemplu, la temperatura de 0°C, cantitatea maximă de apă pe care aerul o poate menține sub formă de vapori este de 4,58 g/m³; la 10°C 9,12 g/m³; la 30°C 31,83 g/m³; iar la 100°C 760 g/m³.

Aproximativ se poate spune că la fiecare creștere a temperaturii aerului cu 10°C capacitatea acestuia de a menține vapori de apă în stare de saturație, se dublează. Adică se dublează însăși puterea evaporizantă a atmosferei.

Raporturile dintre temperatură, presiunea vaporilor și umezeala relativă a aerului sînt redate în figura 21.

Din această figură rezultă că, în cazul scăderii temperaturii se observă inversiunea fenomenului. Cu fiecare 10°C se reduce aproximativ la jumătate tensiunea vaporilor pentru limita de saturație a aerului. Astfel, dacă la temperatura de 30°C tensiunea maximă a vaporilor este de 45 mb, la o temperatură de 20°C aceasta se

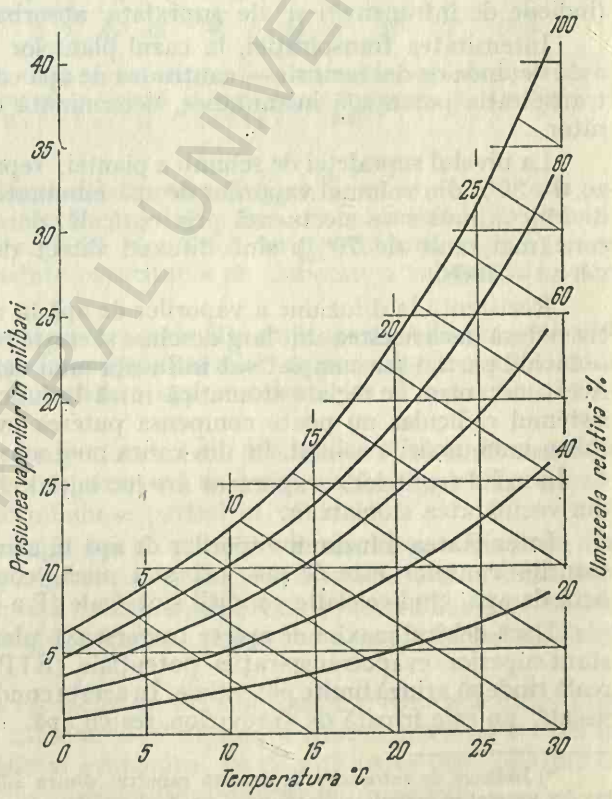


Fig. 21 — Raportul dintre temperatură, umiditatea relativă a aerului și tensiunea vaporilor (milibari)

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

reduce la 22,5 mb (adică la jumătate). Proporțional cu aceasta, scade puterea de evaporare a aerului (deoarece el se saturează cu cantități mult mai mici de vapori de apă).

Gradul de aprovizionare cu apă a suprafeței de evaporare. Mișcările aerului. Particularitățile biologice ale plantelor

Gradul de aprovizionare cu apă a suprafeței de evaporare reprezintă un factor hotărîtor al acestui proces, deoarece în absența apei din sol evaporația se reduce la zero.

Aportul de apă în frunze variază mult de la un caz la altul, influențînd intensitatea transpirației. Conținutul de umiditate în frunză este determinat de specificul biologic al plantei și de umiditatea solului.

Cantitatea de apă care trece prin plantă depinde de dezvoltarea masei vegetative, de profunzimea și ramificarea rădăcinilor. Cantitatea maximă de apă (Qx) ce traversează un organism vegetal depinde deci de suprafața foliară (indicile de înfrunzire*) și de suprafața absorbantă (indicele radicular)**.

Intensitatea transpirației, în cazul plantelor abundent aprovizionate cu apă, depinde de doi factori: — cantitatea de apă care străbate planta și evapotranspirația potențială instantanee, determinată de mediul imediat înconjurător.

La nivelul suprafeței de schimb a plantei, reprezentată esențial prin frunze, 0—30% din volumul vaporilor de apă eliminați de țesutul vegetal în mediul înconjurător se efectuează prin cuticulă, dar cea mai mare parte a acestora (mai mult de 70%) sînt difuzați direct de stomatele foliare (B r o c h e t —1968).

Rezistența la difuziune a vaporilor de apă la nivelul stomatelor este relativ redusă dacă acestea sînt larg deschise și crește repede atunci cînd stomatele se închid parțial sau complet sub influența unui deficit de alimentare hidrică. Acest mecanism de reglare stomatică intră în funcțiune din momentul în care sistemul radicular nu poate compensa puterea evaporantă a aerului; fie din cauza unei uscări a solului, fie din cauza unei mase reduse de rădăcini.

În cazul frunzelor, evaporarea are loc inițial chiar în spațiile intercelulare din vecinătatea stomatelor.

Intensitatea difuziunii vaporilor de apă în atmosferă, prin stomate din țesuturile frunzelor, este de șase ori mai mică, comparativ cu o suprafață liberă de apă, cînd celelalte condiții sînt egale (P a p a d o k i s — 1964).

Dacă debitul maxim de apă ce traversează plantele (Qx) este în mod constant superior evapotranspirației potențiale (ETP) atunci evapotranspirația reală tinde să atingă limite potențiale. În aceste condiții, elaborarea de substanță uscată nu este frînată de aprovizionarea cu apă.

---

*) Indicele de înfrunzire reprezintă raportul dintre suprafața totală a frunzelor unui înveliș vegetal și suprafața terenului ocupat (după S h o w — 1963).

**) Indicele radicular este definit prin suprafață de rădăcini funcționale pe unitate de sol (după B r o c h e t și G e r b i e r — 1968).

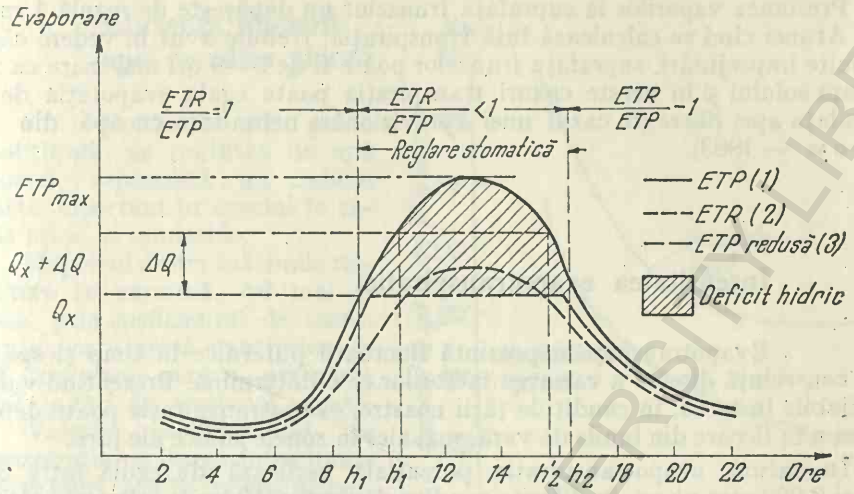


Fig. 22 — Reprezentarea schematică a reprezentațiilor în care intervine reglarea stomatică în funcție de aprovizionarea cu apă a solului și puterea de evaporare a atmosferei. (după Brochet și Gerbier — 1968)

Atunci cînd ETP depășește debitul maxim (Qx), fie ca urmare a unei cerințe acute a atmosferei, a secetei pedologice sau a unei insuficiente dezvoltări radiculare, intervinee reglarea stomatică, prin reducerea suprafeței de schimb și, ca urmare, se reduce capacitatea de elaborare a substanței uscate (fig. 22).

Plantele mai dispun de asemenea și de alte mijloace de reducere a pierderilor prin transpirație. Astfel, freamătul frunzelor, mișcarea lor la cea mai mică adiere de vînt contribuie la evitarea supraîncălzirii lor (Papadokis — 1964).

Este cunoscut faptul că suprafața solului are temperatura mult mai ridicată decît a aerului, deoarece se comportă ca o suprafață subiacentă, care absoarbe razele solare transformîndu-se parțial în căldură.

Frunzele deși prin analogie pot fi considerate suprafețe subiacente, ele nu se încălzesc în proporția în care se încălzește suprafața solului. Orice acumulare de aer cald la suprafața lor este îndepărtată prin freamăt și astfel noi porțiuni de aer proaspăt „scaldă" frunzele (înlocuind pelicula de aer încălzită anterior).

Vîntul apare astfel ca un factor cu acțiune dublă și contradictorie. Prin înlăturarea surplusului de căldură de la suprafața frunzelor, vîntul reduce în intensitate factorul energetic al evaporării. Pe de altă parte însă, înlătură și vaporii de apă, rezultați din transpirație, intensificînd procesul.

În acest fel acțiunea vîntului în procesul de evaporare depinde de raportul dintre cele două fenomene contradictorii.

Presiunea vaporilor la suprafața frunzelor nu depășește de regulă 1 milibar. Atunci cînd se calculează însă transpirația, trebuie avut în vedere că în anumite împrejurări, suprafața frunzelor poate fi de 3—6 ori mai mare ca suprafața solului și în aceste cazuri transpirația poate egala evaporația de la suprafața apei libere (în cazul unei aprovizionări nelimitate cu apă din sol (S h o w — 1963).

Intensitatea evapotranspirației

Evapotranspirația prezintă fluctuații puternice în timp și spații, ca o consecință directă a variației factorilor ce o determină. Prezentînd valori neglijabile în iarnă, în condițiile țării noastre, evapotranspirația poate depăși 150 mm în fiecare din lunile de vară, mai ales în zonele sudice ale țării.

În natură, evapotranspirația potențială oscilează de regulă între 300 mm și 2 000 mm pe an, în diferite condiții de mediu. Valorile cele mai scăzute le găsim în zonele răcoroase montane sau depresionare, unde factorii care o influențează au intensități slabe ((B u d î k o — 1956). Valorile cele mai ridicate se întîlnesc însă în pustiuri și semideșerturi, unde factorii atmosferici determinanți au intensitate maximă.

În zonele de stepă și silvostepă, limitele evapotranspirației oscilează cel mai frecvent între 400 și 900 mm. În valori zilnice aceste limite, în funcție de condiții și speciile cultivate, oscilează cel mai adesea între 2 — 15 mm. La cele mai multe plante, consumul maxim se declanșează în perioada premergătoare înfloririi și durează 3—5 săptămîni. Dintre speciile de plante cu evapotranspirație puternică menționăm: lucerna, vița de vie, floarea-soarelui și altele.

Raportul dintre evaporație și transpirație

Pentru a cunoaște eficiența apei în producția vegetală este necesar să se precizeze cîtă apă se pierde direct din sol (prin evaporație) și cîtă indirect prin plante (în procesul de transpirație). Factorii care influențează acest raport sînt: proporția de acoperire a solului de către învelișul vegetal (indicele de înfrunzire); intensitatea folosirii apei de către plantă; condițiile atmosferice și solul.

În zonele umede există un raport aproximativ egal între cantitățile de apă pierdută prin evaporație și transpirație. În zonele semiaride însă se pierd cca. 70—75% din totalul precipitațiilor prin evaporare, 20—25% prin transpirație și 5% prin scurgere (S h o w — 1963, L a i n g — 1965).

Eficiența folosirii apei de către plantă

Producția care poate fi obținută, pe unitatea de apă folosită, reprezintă un indiciu foarte important în special în zonele aride și semiaride.

Raportul dintre mărimile respective se exprimă, cel mai adesea, prin coeficientul de transpirație, care arată cantitatea de apă necesară pentru obținerea unei unități de substanță uscată.

Valorile coeficientului de transpirație oscilează între limite foarte mari, atît în funcție de particularitățile biologice ale plantelor, de agrotehnica folosită, cît și de parametrii condițiilor atmosferice.

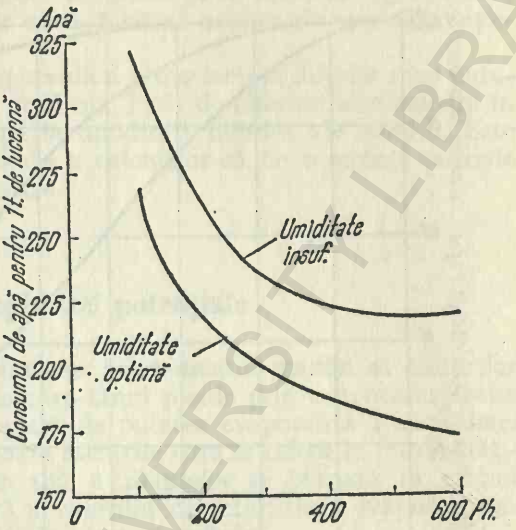


Fig. 23 — Efectul umidității solului și al îngrășămintelor de fosfor asupra cantităților de apă necesară pentru producerea unei tone de lucernă (după K e l l y-1954)

Limitele de variație ale coeficientului de transpirație pentru diferite culturi sînt date pe larg în lucrările de fiziologie vegetală. Arătăm, spre exemplificare, că la porumb acestea oscilează între 250—500; la grîu 300—550; ovăz 400—550. În cazul unui regim deficitar de umiditate al solului, factorii atmosferici care intensifică evapotranspirația (analizați anterior) determină de regulă o creștere a coeficientului de transpirație.

Variațiile umidității în sol acționează în sens invers: adică o creștere a umidității solului determină de regulă o reducere a coeficientului de transpirație. În același sens influențează și măsurile agrotehnice care determină o creștere a randamentului pe unitate de suprafață (de exemplu îngrășămintele).

Figura 23 redă, schematic, raportul dintre îngrășăminte, umiditatea solului și consumul de apă pe unitatea de produs obținut.

Pe de altă parte la interpretarea umidității solului ca factor de vegetație trebuie să se acorde o atenție deosebită puterii evaporate a atmosferei.

Figura 24 prezintă variația raportului $\frac{ETR}{ETP}$ în funcție de umiditatea solului și puterea absorbantă a atmosferei (Ea*), într-un lan de porumb în faza de înflorire. Din grafic rezultă cît este de importantă puterea evaporantă a atmosferei în interpretarea umidității solului ca factor de vegetație.

---

* Puterea evaporantă a atmosferei a fost apreciată în funcție de intensitatea evaporației în mm pe zi de la suprafața apei libere.

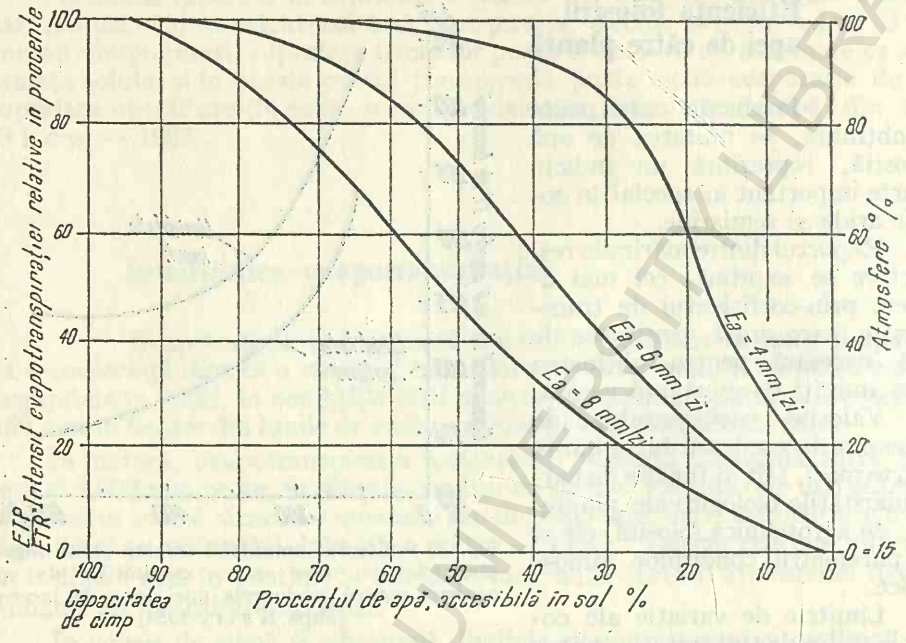


Fig. 24 — Variația raportului $\frac{ETR}{ETP}$ în funcție de umiditatea solului și,puterea evaporantă a atmosferei (după S h o w — 1965): într-un lan de porumb înflorit

Se observă astfel că, în cazul în care Ea este egală sau mai mică decît 4mm pe zi (puterea evaporantă a atmosferei slabă), umiditatea solului, la nivelul de 40% din capacitatea de cîmp, asigură o dezvoltare optimă a plantelor, deoarece raportul $\frac{ETR}{ETP}$ tinde să se apropie de 1 (0,90—0,95).

Cînd puterea evaporantă a atmosferei crește la 6 mm pe zi, aceeași valoare a raportului $\frac{ETR}{ETP}$ (1) se obține la o umiditate a solului de 70% din capacitatea de cîmp. Deci, în asemenea condiții atmosferice plantele sînt asigurate în optim cu apă, la un plafon de umiditate a solului mult mai ridicat.

Dacă puterea evaporantă a atmosferei depășește 8 mm pe zi, atunci plantele sînt satisfăcute în optim cu apă numai la o umiditate a solului de 80—85% din capacitatea de cîmp.

In lumina celor de mai sus, apare ușor explicabil de ce în condițiile țării noastre, în zonele unde atmosfera are o putere evaporantă mai slabă (de exemplu sud-estul Dobrogei), se obțin randamente ridicate în producția vegetală la un conținut de umiditate a solului mai mic decît în zonele în care puterea evaporantă a atmosferei este mult mai mare (exemplu sudul Olteniei).

BCU CLUJ-NAPOCA UNIVERSITY LIBRARY

Deosebirile în starea de fertilitate a solului și în lucrările agrotehnice, în zonele comparate nu sînt atît de mari, încît să explice singure diferențierile de recoltă.

Cunoscîndu-se deci puterea evaporantă a atmosferei în diferite zone naturale ale țării, putem aprecia cu un grad mai înalt de obiectivitate măsura în care plantele sînt satisfăcute cu apă la umidități diferite ale solului. Este însă necesar ca abacele de simplificare a calculelor să fie corectate potrivit condițiilor specifice ale zonelor noastre.

Evaluarea evapotranspirației potențiale

După cum am văzut anterior randamentul maxim al culturilor se realizează numai în condițiile în care lanul pierde prin evapotranspirație o cantitate de apă egală sau apropiată de puterea evaporantă a atmosferei (de limitele ETP). În consecință, toate lucrările care se referă la îmbunătățirea condițiilor de aprovizionare cu apă a plantelor se bazează în primul rînd pe cunoașterea cît mai exactă a valorilor caracteristice evapotranspirației potențiale pentru locul și data la care ne referim.

Determinarea ETP se poate face fie direct prin măsurători (cu ajutorul lizimetrelor, metoda bilanțului apei), fie indirect prin calcul, pe baza parametrilor specifici condițiilor atmosferice analizate).

Determinarea ETP cu diferite instalații

Această metodă se bazează pe măsurarea directă a evapotranspirației potențiale prin diferite instalații. Atît în utilizarea evapotranspirometrelor, cît și a lizimetrelor, în măsurarea ETP se are în vedere bilanțul hidric al unui covor vegetal, caracterizat prin:

— variația umidității solului prospectat de rădăcini(H);
— apa provenită din precipitații (P);
— apa provenită din irigație (I);
— pierderile de apă prin evaporație superficială (E),;
— apa infiltrată în orizonturile profunde (D);
— schimbul lateral de apă în sol (d).

Bilanțul hidric al stratului arabil de sol se poate exprima prin următoarea relație:

$$H = P + I - E - D + d.$$

Izolînd însă lateral, un volum oarecare de sol, se elimină factorul d; de asemenea prin menținerea umidității solului la capacitatea de cîmp H devine zero. În această situație expresia de mai sus se modifică în felul următor:

$$E = P + I - D.$$

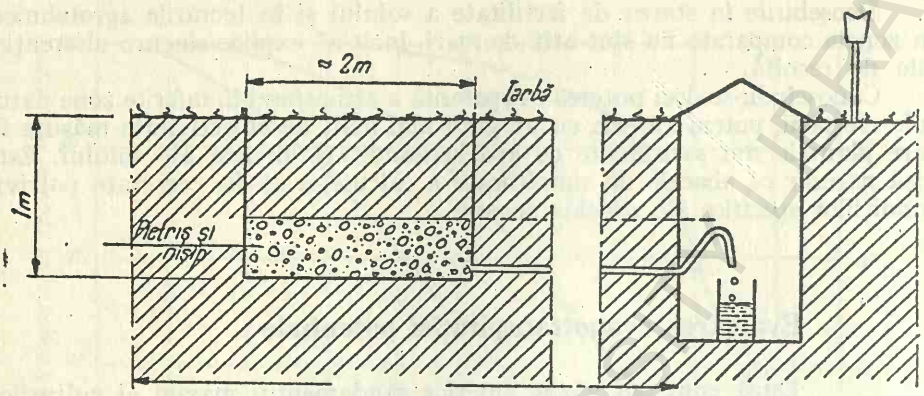


Fig. 25 — Instalație evaporimetrică

De aici rezultă că prin măsurarea cantităților de apă provenite din precipitații a apei de irigare și a drenajului se determină evapotranspirația de pe o suprafață dată. Atunci cînd se menține covorul vegetal suficient de dezvoltat și se elimină efectele de oază printr-o vecinătate cît mai omogenă, datele obținute reprezintă aproape fidel evapotranspirația potențială.

Figura 25 prezintă schematic un model de evapotranspirometru, utilizat frecvent în acest gen de determinări.

Pentru studiul evaporației de la suprafața apei se folosesc bazine de evaporare cu suprafața de 20 m² și evaporimetrele cu suprafața de 3 000 cm² (GGI—3000).

Observațiile asupra evaporării de la suprafața apei libere constau în determinarea schimbării nivelului apei din bazinul evaporimetrului și măsurarea cantităților de precipitații căzute. Prin confruntarea celor două valori (variații de nivel și precipitații căzute) rezultă apa evaporată.

Măsurători asupra evaporării de la suprafața solului se pot face cu evaporimetrul GGI 500 (fig. 26). Acest evaporimetru este format din doi cilindri care pătrund ușor unul în altul. În cilindru interior se introduce un monolit cu înălțimea de 50 cm și cu suprafața de evaporare de 500 cm². Fundul cilindrului interior este prevăzut cu un orificiu prin care apa se scurge (din monolit) într-un vas colector, situat dedesubt și cu pereții între cei doi cilindri.

În paralel, se folosește pentru determinarea precipitațiilor un pluviometru de sol, situat în imediata vecinătate a evaporimetrului.

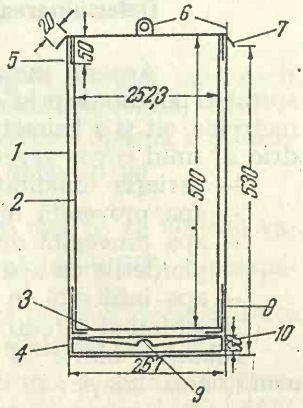


Fig. 26. Schema evaporimetrului G.G.I. — 500:

1 — Cilindru exterior; *2* — Cilindru interior; *3* — Fundul mobil al cilindrului interior.; — *4* Pîlnie; *5* — Inel de siguranță *6* — Miner; *7* — Plan înclinat de protecție; *8* — Suport de fixare; *9* — Loc pentru pîlnie; *10* — Orificiu de evacuare a apei

Pentru efectuarea determinărilor, cilindrul interior se scoate o dată la 5 zile și se cîntărește la balanțe speciale. Evaporarea dintre două perioade de timp se calculează după următoarea formulă:

$$E = 20(q_1 - q_2) - m + p_1$$

în care:

E este evaporarea în mm;
q_1 — greutatea anterioară a evaporimetrului (cilindru cu monolit) în kg;
q_2 — greutatea în momentul determinării;
m — cantitatea de apă care s-a scurs prin monolit în vasul colector, exprimată în mm;
p_1 — cantitatea de precipitații căzută între cele două cîntăriri;
20 — cifra cu care se înmulțește diferența dintre cîntăriri, pentru a transforma în mm în litri de apă evaporată.

Pentru măsurători mai riguroase se folosesc diferite construcții mult mai perfecționate de evaporimetre — evapolizimetrele. Precizia evapolizimetrelor depinde de dimensiunile monoliților folosiți, de gradul de asemănare al structurii și a condițiilor specifice terenului care înconjoară instalația (vegetație, lucrările agrotehnice etc.) cu acelea din proba supusă analizei cu ajutorul instalației. Fără îndoială că o mare importanță o are și precizia în cîntărire.

Una din cele mai cunoscute și mai perfecte instalații evapolizimetrice este cea folosită la Stațiunea experimentală Coshocton—Ohio (S.U.A.), care funcționează din 1944 pînă în prezent. Această instalație are 11 monoliți, fiecare din ei cu o suprafață de 8 m², adică de 160 de ori mai mare decît suprafața monolitului GGI-500. Adîncimea monolitului este de 2,50 m. Trei din aceștia sînt cîntăriți automat la fiecare 10 minute, datele fiind înregistrate pe bandă. Spre deosebire de multe alte instalații, întreg volumul de sol, introdus în fiecare lizimetru, are structura absolut identică cu aceea a solului înconjurător, nefiind dizlocat din locul unde s-a format. În afara greutății lizimetrelor, care se determină cu o precizie de 0,001%, se înregistrează precipitațiile, scurgerile de suprafață și de profunzime (apa respectivă se colectează în vase speciale). Pe această cale s-a putut stabili că în zona respectivă, o parte însemnată din umiditatea solului provine din rouă (60—100 mm anual). În anumite luni ale anului, apa provenită din rouă a depășit pe aceea rezultată din precipitații. S-a mai precizat că în zonele de stepă și silvostepă pe terenuri plane, aproximativ 90—95% din apa acumulată se pierde prin evaporare și 5—10% prin scurgere (Harold — 1944—1955).

Prin cercetări analoage (Antal — 1968) a studiat evoluția consumului de apă la diferite plante în valori zilnice și pe faze fenologice în diferite condiții de cîmp, efectuîndu-se experiențe asupra mijloacelor de reducere ale acestui consum (fig. 27).

Determinarea ETP prin calcul

După cum am văzut din prima parte a acestui capitol, evapotranspirația potențială poate fi considerată ca un parametru climatic compex, practic independent de natura covorului vegetal și de caracteristicile pedologice ale zonei.

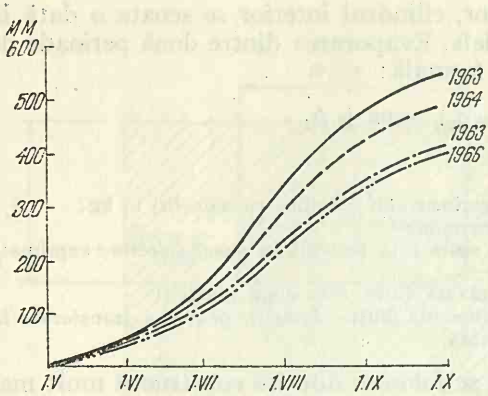


Fig. 27 — Evoluția consumului de apă la porumb, în diferiți ani (după Antal — 1968)

Pentru calculul sintetic al evapotranspirației potențiale, mulți cercetători au stabilit o serie de formule care includ în diferite raporturi factorii atmosferici esențiali, ce determină acest proces (radiația, temperatura, deficitul de saturație, vîntul etc.).

Aceste formule se bazează pe calculele statistice și pot fi considerate ca empirice, totuși unele din ele sînt bazate pe înțelegerea fenomenelor fizice, și a unor ipoteze logice.

Dintre formulele empirice de determinare a evaporării apei de la suprafața solului menționăm pe cea a lui Meier-Tihonirov (citat de Kulik — 1966), cu ajutorul căreia se calculează evaporația lunară în mm:

$$E = d(15 + 3W)$$

în care:

E este cantitatea de apă evaporată în mm;
d — deficitul lunar al umidității aerului;
W — viteza medie lunară a vîntului în m/sec la înălțimea giruetei.

În ultimii ani, Budîko a elaborat o formulă teoretică, care permite să se determine evaporația pentru orice interval de timp de pe orice suprafață:

$$E = 2{,}1\ k_1 \Delta e \text{ mm/oră}$$

în care:

Δ_e este diferența de tensiune a vaporilor între înălțimile de 0,5 și 2 m în milibari;
k_1 — coeficientul schimbului turbulent la înălțimea de 1 m care se determină după formula:

$$k = p,\ 104\ \Delta u \left(1 + 1{,}38\ \frac{\Delta t}{(\Delta u)}\right)^2 \text{ m}^2\text{/secundă}$$

unde:

Δu — media vitezei vîntului pe intervalul de timp de 10 minute în m/sec, la înălțimea de 0,5 și 2 m;
Δt — media diferențelor de temperatură la înălțimea de 0,5 și 2 m pentru intervalul de 10 minute.

Dintre celelalte formule existente, menționăm cîteva mai reprezentative care au dat rezultate apropiate de valorile determinărilor directe, de exemplu: Thornthwaite, Penman, Bauchet, Turc, Papadakis (tabelul 18).

La baza elaborării formulelor lui Thornthwaite, Turc și Papadakis, au stat calculele statistice (ale parametrilor meteorologici stabiliți), în timp ce Penman și Bauchet utilizează bilanțul energetic.

Primele trei metode se referă la situațiile în care evapotranspirația se produce deasupra unei pînze de apă liberă în atmosferă, dar care poate fi comparată cu evapotranspirația maximă a unui înveliș vegetal continuu aprovizionat cu apă.

Din compararea rezultatelor obținute prin utilizarea acestor formule se desprinde necesitatea adoptării sistemului de calcul, la condițiile specifice din diferite zone. Se observă că exactitatea rezultatelor obținute prin una și aceeași metodă diferă și în funcție de condițiile atmosferice.

În general, se observă din figura 28 că în anii ploioși sau în perioadele ploioase, formulele menționate supraestimează evaporarea (valorile teoretice sînt mai mari ca cele reale).

În perioadele deficitare în precipitații, abaterile pozitive se reduc înregistrîndu-se uneori chiar ușoare abateri negative. Rezultatele cele mai concludente cu abateri minime față de valorile măsurate le dau formulele: P e n m a n, B a u c h e t, T u r c, T h o r n t h w a i t e etc. (fig. 29).

P a p a d a k i s consideră ca neadecvate toate formulele care utilizează în calcule temperatura medie și durata zilei (T h o r t h w a i t e), deoarece, acestea subestimează evaporația potențială în climatele sau în sezoanele cu deficit de precipitații și o supraestimează în climatele umede. În mod asemănător, consideră tot ca neadecvat și formulele care se bazează pe iradierea netă și vînt (P e n m a n); aceasta supraestimează evapotranspirația potențială din sezoanele sau climatele umede și subestimează pe acea a anotimpurilor sau climatelor uscate.

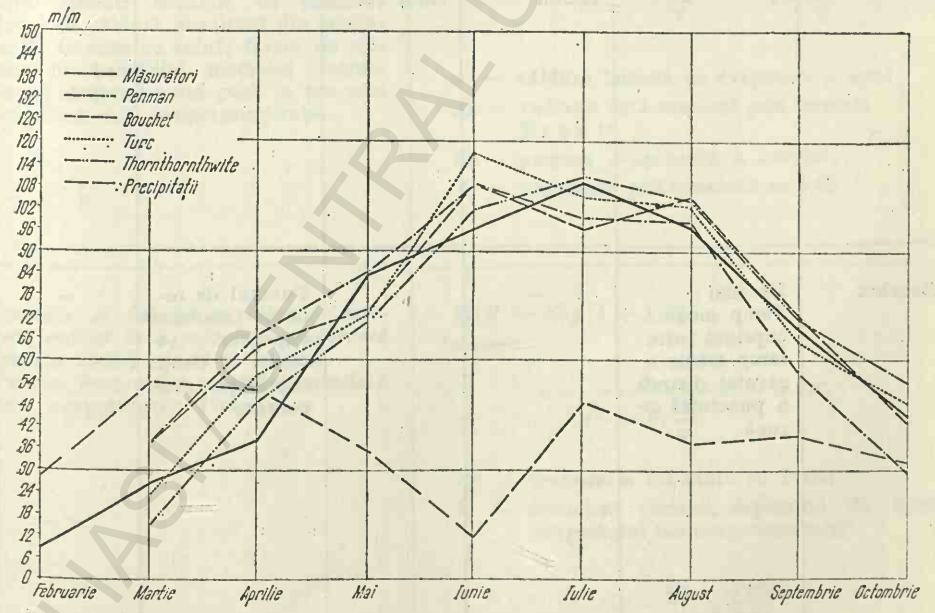


Fig. 28 — Evapotranspirația măsurată și cea calculată prin diferite formule în anul agricol 1962 la Versaille (după G e r b i e r — 1969)

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Autorul	Elemente meteorologice utilizate				
	Temperaturi	Efectul latitudinii și al sezonului	Durata de insolație	Umiditatea relativă	Vîntul
Thornthwaite	Temperatura medie din adăpost pe perioade considerate	$\alpha(l)$			
Penman	Temperaturile medii decadice din adăpost	IGA_2(cal/cm²/zi) și H (ore și zecimi	Durata de insolație h (ore și zecimi)	e et ew-e	0,40V la 10 m sau 0,54V la 2 m
Bauchet	Decadal Temp. medie cuprinsă între temp. medie a aerului și aceea a punctului de rouă	—	—	Punctul de rouă și tensiunea vaporilor saturați la temp. suprafeței evaporante	—

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

evapotranspirației potențiale

Tabelul 18

Principiile de stabilire a formulelor	Relații de calcul
Formulă bazată pe calcule statistice Autorul a căutat să realizeze măsurători de ETP cu ajutorul următorilor parametri meteorologi: temperatura medie a aerului din adăpost și durata teoretică de insolație (durata astronomică în funcție de anotimp și de latitudine)	$ETP = 16 \frac{(10t)a}{I} \alpha\lambda$ în care: t este temperatura medie pe perioada considerată; a — o funcție complexă a indicelui $I = 6{,}75 \cdot 10^{-7} I^3 - 7{,}71 \cdot 10^{-5} I^2 + 1{,}79 \cdot 10^{-2} I + 0{,}49$; I — Indicele termic anual, rezultat din însumarea indicilor termici lunari $= \sum_{i}^{12}$ $i = \left(\frac{t}{5}\right) 1{,}514.$
Formulă bazată pe bilanțul energetic Radiația netă la nivelul suprafeței evaporante trebuie să echilibreze diferite fluxuri sensibile de căldură: fluxul de căldură rezultînd din schimburile termice cu solul; fluxul de căldură în beneficiul mediului atmosferic; căldura latentă pusă în joc prin evaporare sau evapotranspirație	$ETP = \frac{1}{\alpha} \frac{Rn - \frac{F^1 T}{Y}}{t_l \frac{F^1 T}{Y}} + Ea \frac{1}{1 + \frac{F^1 T}{Y}}$ α — căldura latentă de evaporare a apei Rn — radiația netă evaluată prin formula Brunt* Ea — puterea evaporantă a aerului; Y — constantă psihrometrică $\simeq 0{,}65$
Formula se bazează pe bilanțul energetic aplicat la o suprafață evaporantă (pastila Piche) *situată în adăpost.* Puterea evaporantă a aerului asimilată prin evaporimetru Piche.	$ETP = aE_p [1 + \lambda(Q)]$ în care: $a = \frac{1}{1 + (1 - E)\frac{F^1 T}{Y}} \cdot K = a^1 \cdot K.$ Ep — evaporația măsurată cu Piche; K — coeficient variabil, depinzînd de tipul adăpostului sau evaporimetrului $1Q = \frac{F^1 Q}{Y} = \frac{F^1(Q)}{0{,}65}$

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Autorul	Elemente meteorologice utilizate				
	Temperaturi	Efectul latitudinii și al sezonului	Durata de insolație	Umiditatea relativă	Vîntul
Turc	Temperatura medie decadală din adăpost	IGA (cal/cm²/zi) și H (ore și zecimi)	h (ore și zecimi)	După formule de umiditate $\geqslant 50\%$ și $<50\%$	—
Papadakis	Temperatura medie, maximă și minimă din adăpost	—	—	Deficitul de saturație la amiază	—

* Formula lui Brunt — R_n — IGA $(1 - a)\left(0{,}18 + 0{,}62\,\frac{h}{H}\right) - \sigma T^4 (0{,}56 - 0{,}08\sqrt{e})\left(0{,}10 + 0{,}90\,\frac{h}{H}\right)$

a — albedoul; σ = constanta lui Boltzman = $1{,}19\ 10^{-7}$ cal/cm²/zi; IGA = radiația solară directă în ab-
Ea: — $(e_w - e)\,\varphi\,(v)$; φ stabilit experimental — 0,26 $(1 + 0{,}4\,v)$ în care v — viteza vîntului în m/sec la
e — tensiunea vaporilor de apă din adăpost în mb; e_w — tensiunea maximă a vaporilor de apă pentru tempe-
a aerului. $E - Ea = F'_T\varphi\,(v)\,(T_s - T)$, unde T_s — temperatura suprafeței evaporante

Papadakis acordă o atenție deosebită temperaturilor externe și deficitului de saturație la amiază, stabilind formula:

$$E = 0{,}5\,625\,(e_{ma} - e_d)$$

în care:

E este evapotranspirația potențială lunară, în cm;
e_{ma} — presiunea vaporilor de saturație; corespunzînd mediei maximului zilnic, în mb;
e_d — media presiunii vaporilor în cursul lunii, în mb.

Ulterior autorul simplifică această formulă în forma:

$$E = 0{,}5\,625\,(e_{ma} - e_{mi-2})$$

în care:

E este evapotranspirația potențială lunară, în cm;
e_{ma} — presiunea vaporilor de saturație corespunzînd mediei maximului zilnic, în mb;
e_{mi-2} — presiunea vaporilor de saturație corespunzînd mediei minimului zilnic minus 2; doi reprezentînd diferența „normală" între media minimului zilnic și punctul de rouă

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul 18 (continuare)

Principiile de stabilire a formulelor	Relații de calcul
Schema empirică de principiu = Evapotranspirația anuală în vasele lizimetrice, reprezintă destul de bine evaporația bazinelor rîurilor	Dacă umezeala relativă medie (U) este 50%: $ETP_{mm}/10zile = 0{,}13 \frac{t}{t+15} (Rg + 50)$ Dacă umezeala relativă medie este mai mică de 50%: $ETP_{mm}/10 \text{ zile} = 0{,}13 \frac{t}{t+15} (Rg + 50) \cdot \left(1 + \frac{50 - U}{70}\right)$ în care: t — temperatura medie din adăpost; Rg — radiația solară globală evoluată prin durata de insolație — h; $Rg \sim \text{Iga} \left(0{,}18 + 0{,}62 \cdot \frac{h}{H}\right)$
Această formulă se bazează pe datele medii ale temperaturilor maxime și minime și datele deficitului de saturație la ora 13	$ETP = 0{,}5625 \ (e_{ma} - e_{mi-2})$ e_{ma} — presiunea vaporilor de saturație corespunzînd mediei maximului zilnic în mb C_{mi-2} — presiunea vaporilor de saturație corespunzînd mediei minimului zilnic minus 2 2 — este diferența normală între media minimului zilnic și punctul de rouă

senta atmosferei ; H — durata mijlocie a unei zile solare; h — durata de insolație în ore și zecimi.
10 m deasupra suprafeței evaporante
ratura $T°$; T — temperatura aerului în adăpost; F'_T — tensiunea vaporilor saturați pentru o anumită temperatură

În această formulă singurele date necesare sînt mediile temperaturilor maxime și minime, care se află înregistrate la toate stațiile din rețeaua meteorologică de stat și cele auxiliare.

Deși este foarte simplă, această formulă după cum a rezultat din calculele efectuate de noi, este și destul de exactă.

În aprecierea diferitelor sisteme trebuie avut în vedere și gradul de complexitate al calculelor care rezultă din formula respectivă, precum și disponibilitatea pe suprafață mare de date meteorologice necesare.

D o n c i u, folosind datele meteorologice plurianuale, a calculat zonalitatea evapotranspirației în țara noastră (după metodele T h o r n t h w a i t e și T u r c (fig. 30 și 31).

Valorile cele mai ridicate apar în Cîmpia Dunării, iar cele mai coborîte în zonele premontane.

După datele calculate de B u d î k o, pentru întreg continentul european, pe baza bilanțului radiativ (atlasul mondial), în regiunile sudice ale țării noastre evapotranspirația potențială se ridică la aproximativ 850 mm anual.

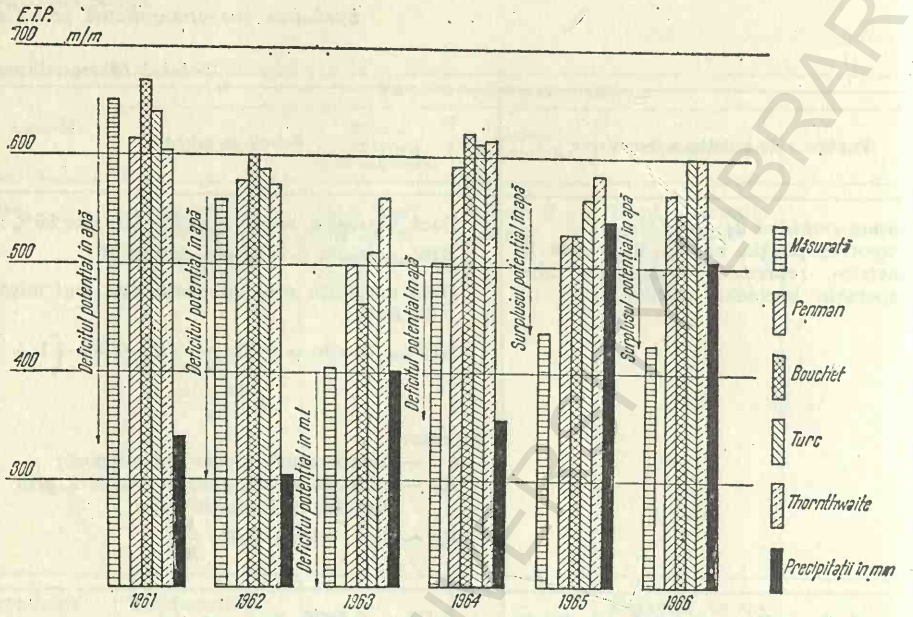


Fig. 29 — Compararea valorilor evapotranspirației potențiale calculate prin diferite forme și cea măsurată în intervalul 1961—1966 (după Brochet și Gerbier — 1968)

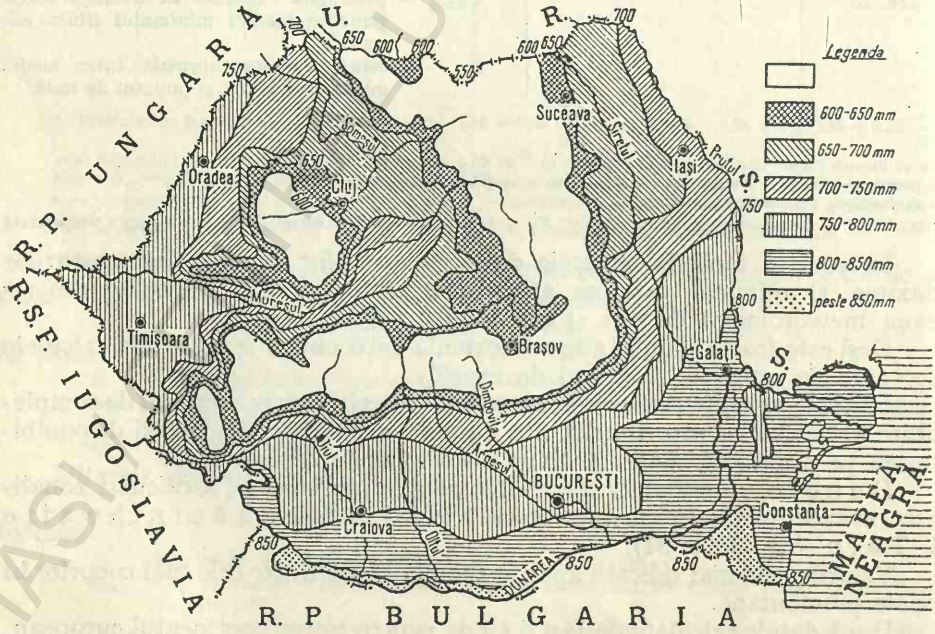


Fig. 30 — Zonarea evapotranspirației potențiale calculată prin formula Turc (după Donciu — 1965)

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

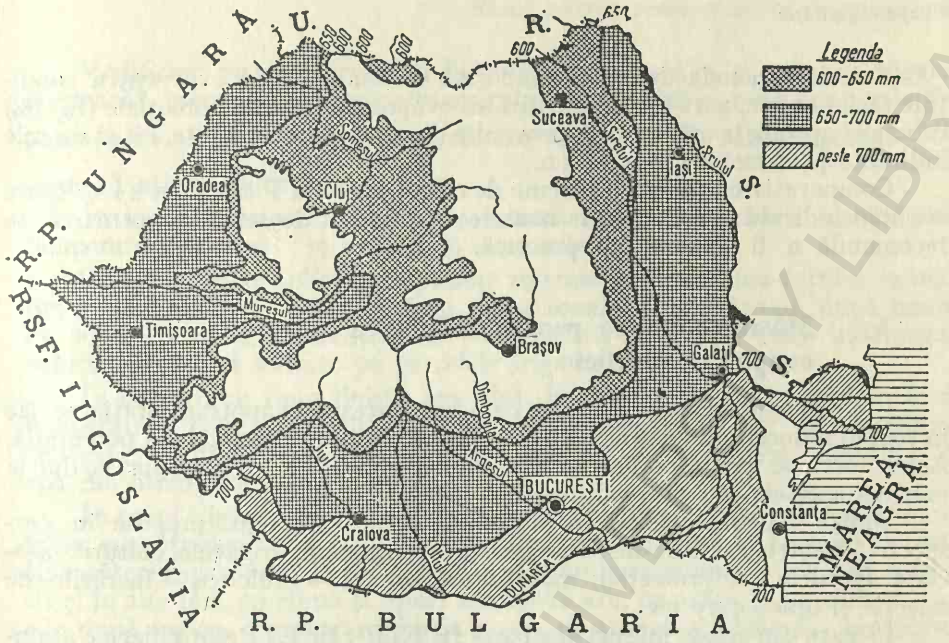


Fig. 31 — Zonarea evapotranspiraţiei potenţiale calculată prin formula Thornthwaite (după Donciu — 1966)

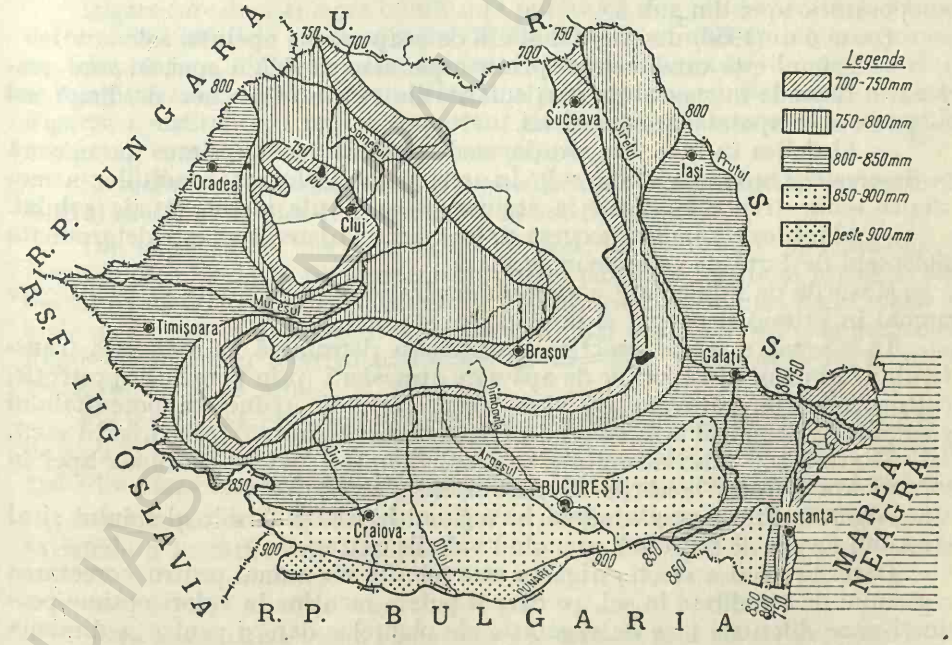


Fig. 32 — Zonarea evapotranspiraţiei potenţiale calculate prin formula Papadakis

BCU IAŞI CENTRALA UNIVERSITARĂ LIBRARY

Folosind metoda de calcul elaborată de P a p a d a k i s, pentru condițiile țării noastre, am obținut zonalitatea evapotranspirației potențiale (fig. 32) în valori apropiate atît de cele provenite din măsurători directe, cît și de cele indirecte prin metoda B u d î k o.

Comparativ cu celelalte sisteme de calcul, metoda P a p a d a k i s, apare cea mai indicată pentru zonele noastre; ea fiind și deosebit de operativă, se recomandă a fi utilizată în practică.

Măsuri practice pentru reducerea evapotranspirației

Toate măsurile practice care influențează evapotranspirația se fac în scopul reducerii diferențelor dintre evapotranspirația reală și cea potențială. Acest lucru se poate realiza fie acționînd asupra ETR, prin măsuri ce duc la mărirea acesteia sau prin mijloace de reducere a ETP.

Dintre măsurile folosite în prezent în acest sens, sau propuse în perspectivă pentru a fi introduse în practică, menționăm: irigațiile, culturile asociate (perdele de protecție), mobilizarea solului — mulcirea — lucrările de selecție și ameliorare etc.

Fiecare din aceste măsuri afectează fie ETR , fie ETP sau chiar pe amîndouă.

În aplicarea acestor măsuri, trebuie să se țină seama însă, de stadiile de evaporare a apei din sol.

L e m o n (1956) descrie trei stadii de evaporare a apei din sol:

— Primul este caracterizat printr-o pierdere rapidă a apei, în care evaporația depinde în special de particularitățile stratului de aer de lîngă sol — puterea evaporată a atmosferei.

— Al doilea în care evaporația scade sensibil în intensitate (pe măsură ce descrește și rezerva apei din sol). În acest stadiu influența condițiilor atmosferice scade treptat și intră în acțiune proprietățile intrinseci ale solului.

— Al treilea stadiu este extrem de lent, iar pierderea apei este determinată îndeosebi de forța de reținere moleculară.

Măsurile de influențare a evapotranspirației dau rezultate satisfăcătoare numai în primul și parțial și în al doilea stadiu.

În general, măsurile practice menționate determină fie reducerea transferului turbulent al vaporilor de apă spre atmosferă (prin perdele de protecție, culturi asociate, paravane de vînt, mulci etc), fie reducerea potențialului energetic disponibil al atmosferei deci puterea e evaporantă (prin irigații etc.), sau determină o discontinuitate capilară, împiedicînd ascensiunea apei în stratul arabil (prin lucrările de mobilizare a solului).

Irigațiile influențează îndeosebi regimul hidric și termic al solului și al stratului de aer de lîngă sol, atenuînd valorile extreme.

Datorită acestor efecte, irigarea este folosită nu numai pentru corectarea regimului de umiditate în sol, pe care îl putem menține la valori optime productive pe diferitele faze de vegetație ale plantelor dar, și pentru a diminua efectele dăunătoare ale arșițelor și brumelor.

Modificînd puternic regimul hidrotermic al solului și aerului, irigarea afectează* procesele de evapotranspirație, determinînd reducerea valorilor potențiale — ETP — și creșterea valorilor reale — ETR. Adică raportul $\frac{ETR}{ETP}$ tinde să atingă valoarea 1.

În incintele irigate, evaporația intensă determină scăderi sensibile ale temperaturii solului și aerului în straturile inferioare.

Cînd irigarea se aplică pe suprafețe restrînse, temperatura aerului, la înălțimea de doi metri, se egalează cu cea a zonelor vecine îndată după udare. Pe suprafețe mari, diferențele de temperatură se mențin timp îndelungat, valorile fiind mai scăzute pe parcelele irigate.

În condiții cu timp liniștit sau vînt de slabă intensitate, diferențele de temperatură cresc; valorile cele mai mari înregistrîndu-se pe terenurile neirigate. Modificări sensibile se înregistrează și în tensiunea vaporilor de apă din atmosferă.

În cazul irigării unei vegetații dense, cu cantități optime de apă, intensitatea evapotranspirației reale este mult mai mare decît în terenul neirigat. Măsurători experimentale făcute atît la stațiunile experimentale la noi în țară, cît și în alte țări, cu climă și soluri asemănătoare, ne arată ca în primele 2—3 zile după irigare, evapotranspirația poate să ajungă și chiar să depășească valori de 10 mm pe zi, în timp ce în terenuri neirigate aceste valori nu depășesc 1 mm.

Irigarea are de asemenea o influență puternică asupra temperaturii solului, determinînd în zilele calde coborîri de 7°—10°C în stratul arabil, comparativ cu temperatura din terenurile neirigate. (Aceste diminuări de temperatură se înregistrează în mod obișnuit la irigarea prin aspersiune). Sub aceste aspecte, irigarea constituie un mijloc important de reducere a intensității factorului energetic, care influențează evapotranspirația.

Se realizează în același timp și o ameliorare a temperaturilor extreme în stratul arabil al solului și al stratului de aer de lîngă sol.

Din experiențele efectuate la noi în țară, la Institutul Meteorologic, a rezultat că diferențele de temperatură între parcelele irigate și neirigate sînt destul de mari. Astfel, la înălțimea de 20 cm deasupra solului irigat, chiar în orele de amiază, s-au înregistrat temperaturi mai mici cu 3°—5°C în paracelele irigate și umezeala relativă mai mare cu 15—20% comparativ cu parcelele neirigate (tabelul 19).

De menționat că aceste diferențieri sînt influențate și de alți factori ca de exemplu: tipul de sol, de gradul de insolație, sistemul de udare, sursa de apă (din pînza freatică sau de suprafață), durata acesteia și altele. Cunoașterea acestor particularități trebuie să stea la baza organizării și desfășurării raționale a lucrărilor de irigație.

---

* Apa provenită din irigații prin evaporare consumă o parte din energia radiantă disponibilă a atmosferei, astfel ea se micșorează, iar ecartul între ETR și ETP se reduce.

Tabelul 19

Influența irigațiilor asupra condițiilor meteorologice în lanul de porumb la înălțimea de 20 cm

Momentul efectuării observației	Temperatura în °C		Umiditatea atmosferică în %	
	neirigat	irigat	neirigat	irigat
În prima zi (după udare)	36,6	31,6	27,0	46,0
A doua zi „	34,0	30,9	36,0	50,0
A zecea zi	29,0	26,0	30,0	35,0

Pentru folosirea eficientă a apei de irigare de către plante, s-au efectuat studii privind modul de consum al acesteia pe diferite orizonturi, în cursul perioadei de vegetație.

Astfel din tabelul 20, ce prezintă extragerea apei din sol pe diferite adîncimi în timpul sezonului de vegetație al porumbului (după S h o w — 1963) rezultă că: pînă la 15 iunie, întreg consumul de apă s-a efectuat din orizontul 0—30 cm. Ulterior, lanul de porumb, pe măsura desăvîrșirii fazelor fenologice, explorează treptat umiditatea din straturile mai profunde, însă într-o intensitate mult mai mică, comparativ cu stratul de 0—30 cm.

Tabelul 20

Extracția apei din profilul de sol de la diferite adîncimi în timpul sezonului de vegetație la porumb Datele prezintă procesul de evaporare (sau evapotranspirația) care corespunde fiecărei adîncimi menționate

Adîncimea în cm	Data								
	7.VI	8-14.VI	15-27.VI	28.VI-4.VII	5-11.VII	12-18.VII	19-25.VII	26.VII-1.VIII	2.VII
0— 30	100	100	67,7	60	60	60	60	60	60
31— 60	—	—	32,3	20	20	15	15	10	10
61— 90	—	—	—	20	20	15	15	10	10
101—120	—	—	—	—	—	10	10	10	10
120—150	—	—	—	—	—	—	—	10	10

Influența covîrșitoare pe care condițiile meteorologice o exercită asupra consumului de apă al plantelor impune o evidență riguroasă a evoluției parametrilor atmosferici atît în perioada premergătoare udărilor cît și în timpul irigării.

Udările trebuie aplicate atunci cînd atmosfera este relativ calmă și călduroasă. Trebuie evitată pe cît posibil irigarea în plină zi cu soare și mai ales în orele de amiază, în timpul mișcărilor turbionare ale aerului și al temperaturilor excesiv de ridicate, cînd potențialul de evaporare (ETP) atinge valori maxime. Totodată normele de udare nu trebuie să depășească ritmul de infiltrare al apei în sol, pentru a împiedica percolarea excesivă sau strîngerea apei în bălțoace și de aici pierderea ei prin evaporație neproductivă.

Este de reținut de asemenea că uneori un adaos artificial de apă în sol, în primele faze de vegetație, are un efect slab asupra productivității plantelor sau chiar negativ. Aceasta se întîmplă în cazul în care după prima udare, care determină o creștere puternică a masei vegetative și deci intensifică consumul apei, nu se mai aplică udări, din cauza lipsei surselor de apă.

În împrejurările amintite și în absența posibilităților de aprovizionare cu apă în fazele următoare, mai ales în fazele critice (maxim consum) gradul de suferință al plantelor este mult mai mare decît în cazul în care ar fi fost lăsate neirigate inițial. Plantele în această situație ar fi intrat în perioadele critice cu o masă vegetativă redusă și mai puțin sensibilizată la secetă. Deci prima udare în condițiile amintite determină o „amăgire" a plantelor, și în final o scădere a recoltei față de parcela neirigată. Totodată aceste situații, datorită efectului de oază, intensifică și fenomenul de sărăturare a solului.

Stimularea ineficientă a masei vegetative poate fi făcută atît prin simple udări sau concomitent prin udări și îngrășăminte; amplificînd astfel contrastul dintre cerințele față de apă și sursele reduse de aprovizionare tocmai în perioade critice (înspicare, înflorire și fecundare) perioade de maxim consum. Acestea sînt situațiile cînd îngrășămintele sau apa folosită nerațional pot deveni factori negativi, care micșorează producția și o scumpesc prin creșterea neeconomică a cheltuielilor.

În țara noastră, irigațiile sînt mult mai eficiente în zonele calde ale țării mai ales în cîmpiile din sudul și vestul țării.

Demn de menționat în acest sens sînt experiențele și realizările practice din Bărăgan și Cîmpia Olteniei.

În etapa actuală cercetările în legătură cu modul de folosire a apei se impun în mod deosebit sub aspectul folosirii cît mai economicoase și eficiente a acesteia, fiindcă resursele de apă dulce sînt foarte limitate (1% din totalul de apă existentă pe glob), iar nevoile de apă cresc în mod vertiginos în condițiile exploziei demografice (care arată că la nivelul anului 2 000 populația globului va ajunge la circa 6 miliarde suflete) și a revoluției tehnice care măresc consumul de apă în proporții nebănuit de mari.

Culturile asociate — perdele de protecție — se folosesc de asemenea pentru reducerea mișcărilor de aer pe orizontală și a reducerii fenomenului de turbulență la suprafața solului.

Reducînd puterea evaporantă a atmosferei ele contribuie la diminuarea pierderilor de apă din sol.

În figura 33 se prezintă acțiunea unui apărător de vînt asupra evapotranspirației potențiale. Localizarea maximului de redu-

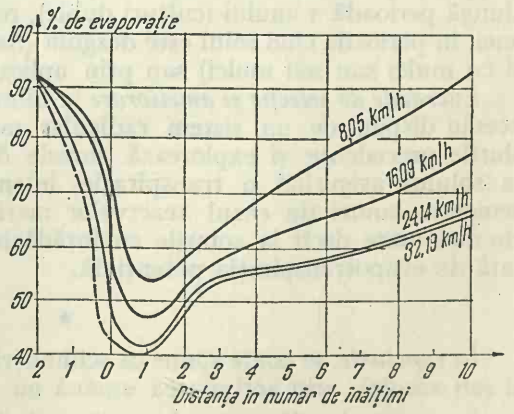


Fig. 33 — Influența unui apărător de vînt asupra evaporației ținînd cont de viteza vîntului (după Batis citat de Gerbier 1968)

cere a ETP, depinde de natura și de permeabilitatea materialelor din care e construit obstacolul. Din această figură se observă că efectul unui apărător de vînt inert și aproape impermeabil se resimte pe o distanță egală sau mai mare de 20 de ori înălțimea apărătorului (B r o c h e t și G e r b i e r — 1968).

Reducerea mișcărilor de aer de la suprafața solului poate avea o serie de efecte secundare ca: ridicarea valorilor medii ale temperaturii diurne, creșterea umidității aerului și a solului, creșterea temperaturii solului primăvara etc. care uneori amplifică ETP.

Deci mijloacele de reducere a turbulenței trebuie astfel alese și aplicate încît să favorizeze creșterea umidității aerului și să preîntîmpine supraîncălzirea solului.

Mulciul. În aplicarea mulcirii trebuie să se țină seama de faptul că el contribuie la reducerea pierderilor de apă în special din stratul arabil. Eficiența mulciului dispare aproape complet, cînd solul este acoperit în întregime de covorul vegetal care preia treptat rolul de mulci. Deci mulciul trebuie aplicat atunci cînd solul este complet sau în cea mai mare parte dezgolit.

Culoarea mulciului trebuie să fie deschisă sau albă pentru a se realiza un albedou puternic, adică să se reducă factorul energetic al evaporării. El trebuie să fie penetrabil pentru a permite acumularea apei din precipitații în sol și să contribuie la reducerea scurgerilor de suprafață.

În cazul cînd prin lucrările de mobilizare a solului (care determină discontinuitatea capilară) se poate realiza o mulcire din însăși stratul superficial al solului (self. mulci), eficiența mulciului de deasupra scade. De reținut însă că self mulciul se poate realiza de regulă numai după ce s-a consumat o mare parte din apă din stratul arabil.

În general, toate lucrările agrotehnice trebuie astfel conduse, încît să asigure o maximă protecție a suprafeței solului față de acțiunea directă a razelor solare și a vînturilor puternice, care intensifică pierderile de apă (evapotranspirația). Aceasta se realizează prin menținerea unui covor vegetal activ o lungă perioadă a anului (culturi duble), realizarea mulciului corespunzător zonei, în perioada cînd solul este dezgolit (fie că este vorba de acoperirea solului cu mulci sau self mulci) sau prin aplicarea celorlalte măsuri prezentate.

Lucrările de selecție și ameliorare la hibrizii de porumb obținuți în ultimul deceniu dispun de un sistem radicular mult mai profund comparativ cu soiurile precedente și explorează sursele de apă din straturile mai adînci ale solului asigurînd o transpirație intensă. Evapotranspirația reală în asemenea lanuri (în cazul rezervelor mari de apă în straturile profunde) este mai mare decît la soiurile cu înrădăcinare superficială, deci mai apropiată de evapotranspirația potențială.

★

În concluzie, se poate spune că schimbări esențiale pe perioade lungi (decenii sau secole), prin activitatea umană nu pot fi făcute în ciclul hidrologic.

În etapa actuală toate eforturile trebuie îndreptate pentru creșterea eficienței apei în agricultură pe plan local și pe ciclu de vegetație al plantelor, făcînd intervenții de la caz la caz. O bună gospodărire a apei de către diferite

unități agricole în parte determină creșterea producției pe unitate de apă folosită (bineînțeles că aceasta nu are influență prea mare asupra rezervei totale de apă din zonă).

Deoarece cea mai mare parte a apei din precipitații se pierde prin scurgerea la suprafață, prin evaporare din sol sau prin transpirația plantei, apare limpede că măsurile de conservare a apei trebuie să acționeze în direcția limitării scurgerii, evaporației și transpirației.

Posibilitățile de reducere a evaporației în zonele semiaride sînt destul de mari. Însă reducerea substanțială în zonele aride nu este posibilă fără acoperirea solurilor cu diferite straturi de protecție care să frîneze evaporarea.

În etapa actuală se desfășoară cercetări intense pentru realizarea unor mijloace de reducere a transpirației plantelor prin realizarea unor pelicule: așa-numitele pelicule „anti-transpirant" din diferite substanțe organice (Bertrand — 1968).

Dificultatea care trebuie să fie înlăturat în aplicarea acestor pelicule constă în stabilirea unei limite la care reducerea transpirației să nu determine descreșteri în activitatea fotosintetică a plantelor.

Mijloacele care reduc advecția la suprafața solului sau a lanului, cele care modifică albedoul sau intensitatea de emisie termică a solului, constituie însă principalele căi de creștere a eficienței apei folosite.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Capitolul

V

Cerințele principalelor culturi agricole față de condițiile meteorologice

Folosirea rațională a condițiilor climatice în agricultură presupune cunoașterea temeinică a modului în care plantele cultivate reacționează la schimbările permanente în evoluția condițiilor atmosferice, ca parte componentă a cadrului ecologic.

În cele ce urmează redăm, în lumina cunoștințelor actuale, cerințele principalelor culturi agricole față de condițiile meteorologice.

Culturi de cîmp

Grîul de toamnă

Grîul este planta de cultură cu cea mai mare arie de răspîndire, avînd și cele mai multe centre de origine (Transcaucazia, China, Abisinia, Israel).

Pe glob, această cultură ocupă o suprafață de aproximativ 190 milioane ha. În emisfera nordică, zona de cultură a grîului se întinde de la polul frigului (Verhoiansk) pînă aproape de ecuator, trecînd prin zonele de pădure, antestepă, stepă, deșert și subtropice. Între aceste limite, grîul ocupă uneori masive uriașe, alteori mici insule sau fîșii de trecere.

Lanurile acestei culturi urcă pe înălțimi de 4000 m în unele regiuni (Peru) și coboară în altele la 300 m sub nivelul mării (Israel).

Răspîndindu-se pe o suprafață imensă în condiții de climă extrem de variate, această plantă a dat naștere unui mare număr de forme (ecotipuri), care

BCU / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

asimilînd condițiile externe, au căpătat caractere specifice, atît din punct de vedere morfologic cît și biologic. Așa spre exemplu, formele adaptate la condițiile din nord-vestul Europei au o lungă perioadă de vegetație, cerînd un climat umed cu temperaturi moderate; ca aspect se prezintă viguroase, cu frunze late, puternic colorate în verde; aceste forme dau recolte bogate dar de slabă calitate. Cele adaptate la condiții de secetă cu temperaturi excesive, au căpătat caractere corespunzătoare: o perioadă scurtă de vegetație, o creștere rapidă, talie mică, frunze înguste, cer temperaturi ridicate, îndeosebi la coacere și dau producții medii în culturi neirigate.

Perioada de la semănat la răsărit

– *Germinarea.* Pînă la o anumită limită, procesele de germinare se accelerează proporțional cu creșterea temperaturii și umidității solului, în condițiile unei aerații suficiente. Temperatura minimă de germinare este cuprinsă între 1° și 4°C, temperatura optimă între 12° și 20°C, iar maxima între 35° și 40°C.

După unii autori (N o s a t o v s k i — 1950) procesul de germinare are loc chiar la 0°C între bulgări de gheață. Desigur că la temperatura apropiată de 0°C și temperaturi cuprinse între 1°—5°C, germinarea se produce foarte lent, temperatura optimă fiind considerată cea cuprinsă între 12° și 24°C.

Absorbția apei este direct legată de creșterea temperaturii. Astfel, după 24 ore, semințele aflate într-un pat germinativ cu o umiditate de 90% din capacitatea totală pentru apă, absorb de două ori mai multă apă la temperatura de 24°C decît la temperatura de 4°C . Temperaturile mai mari de 24°C chiar dacă intensifică procesul de germinare în unele cazuri, nu este considerată favorabilă pentru evoluția interioară a plantei.

Pe de altă parte, în condițiile de cîmp, în prezența unei slabe umidități a patului germinativ, viteza de absorbție poate chiar să scadă la o temperatură prea ridicată întrucît aceasta provoacă un deficit puternic de umiditate a aerului din sol, înainte ca boabele să absoarbă cantitatea de apă necesară germinării. Se întîmplă uneori ca boabele să piardă apa absorbită anterior.

– Deci, în condițiile unui deficit puternic de umiditate a solului (sub 30% din c.c.a) temperaturile scăzute sînt mai prielnice decît cele ridicate proceselor de absorție a apei și de germinare a semințelor.

În cazul cînd plantele pierd pentru o perioadă scurtă o parte din apa absorbită anterior, ele nu mor ci își reiau procesele vitale printr-o nouă umectare a solului dar în dezvoltarea lor ulterioară se prezintă mult mai slab decît plantele apărute din semințe germinate normal. S-a observat că plantele au de suferit în asemenea împrejurări cu atît mai mult cu cît perioada întreruperii proceselor de germinație este mai lungă. Dacă această perioadă depășește o anumită limită, germenii pier complet, datorită diferitelor boli sau dăunători, care atacă boabele încolțite îndeosebi cînd germinarea s-a produs la temperaturi ridicate (mai mari de 20°C). În asemenea împrejurări, lanul apare rărit, plantele care nu au fost distruse răsar neuniform, iar în unele cazuri cîmpul trebuie semănat din nou.

Pe de altă parte, s-a observat că la temperaturi joase, în condiții de cîmp, deseori boabele încolțesc anormal. Coleoptilul nu sparge tegumentul în punctul, unde își începe creșterea și se dezvoltă pe sub tegument pînă în partea opusă, a bobului unde apare la exterior. În cazul perioadelor lungi cu temperaturi joase se întîmplă chiar ca tulpinița să înconjoare în întregime endospermul, pe sub tegument, pe care îl sparge apoi în același loc cu radicula. N o s a t o v s k i (1950) menționează că în asemenea împrejurări nu s-au observat scăderi prea mari de recoltă. Pentru germinarea normală a semințelor de grîu este necesar ca acestea să absoarbă 50—55% apă din greutatea totală a lor.

Răsărirea propriu-zisă a plantelor depinde în genere de aceeași factori ca și germinarea. Viteza proceselor respective se corelează cu elementele climatice, aproximativ în același mod. Temperaturile prea ridicate și umiditatea insuficientă stînjenesc și în această perioadă procesele biologice. Excesul de umiditate împiedicînd accesul aerului în locul unde se formează tinerele plante, provoacă vătămarea sau distrugerea lor și aceasta cu atît mai mult cu cît temperatura este mai ridicată. La temperaturi joase, plantele tinere suportă mai ușor excesul sau deficitul de umiditate decît la temperaturile ridicate. Temperatura optimă pentru răsărirea normală a plantelor este cuprinsă între 12° și 20°C. În condiții de umiditate normală, 50% din umiditatea productivă a solului (aproximativ 15—20 mm apă în stratul arabil) și aerația suficientă, durata perioadei de la semănat la răsărit este determinată de evoluția temperaturilor în acest interval.

Perioada de la răsărire la înfrățire

Cu cît semănatul se face mai tîrziu, cu atît mai lungă este perioada de la răsărire la înfrățire. Uneori această perioadă se poate prelungi pînă la 5—6 luni, dacă în toamnă n-au existat condiții corespunzătoare. În acest caz, înfrățitul începe abia după desprimăvărare.

Apariția tîrzie a fazei de înfrățire dăunează plantelor, întrucît întîrzie înrădăcinarea lor, slăbindu-le rezistența față de condițiile nefavorabile din iarnă. Rezistența la temperaturi joase din timpul iernii depinde în mare măsură și de viabilitatea nodului de înfrățire.

Dacă dintr-o cauză sau alta frunzele și rădăcinile suferă vătămări parțiale însă nodul de înfrățire rămîne viu, plantele se pot regenera ulterior; distrugerea acestuia însă, aduce cu sine pieirea întregii plante. De aceea, aprecierea condițiilor de iernare trebuie făcută la nivelul nodului de înfrățire. Pe de altă parte, rezistența nodului de înfrățire la temperaturi joase este determinată și de adîncimea acestuia în sol. Reglarea adîncimii nodului de înfrățire depinde atît de factorii agrotehnici și pedoclimatici, cît și de specificul soiului respectiv. Adîncimea optimă a nodului de înfrățire este de 3—4 cm.

Dintre factorii climatici, rolul principal îl au temperatura și lumina. În zilele senine, nodul de înfrățire se formează la o adîncime mai mare decît în zilele noroase. Temperaturile scăzute acționează în același sens (măresc adîncimea nodului de înfrățirea), iar cele ridicate, în sens invers. Adîncimea nodului de înfrățire influențează în mare măsură gradul de aprovizionare cu apă a sistemului radicular în primele fază de vegetație.

Este cunoscut că la suprafața solului, oscilațiile de umiditate sînt mult mai puternice decît în profunzime. Foarte adesea, datorită insuficienței umidității la suprafața solului, plantele cu nodul de înfrățire superficial se înrădăcinează și înfrățesc mai slab decît acelea la care nodul de înfrățire se formează în adîncime. Din această cauză, în regiunile secetoase trebuie create condițiile pentru formarea nodului de înfrățire la adîncime mai mare, micșorîndu-se astfel și pericolul de distrugere a plantelor de către dăunători.

Factorii meteorologici cu influență deosebită asupra înfrățirii sînt temperatura, lumina și umiditatea din aer și sol. Înfrățirea puternică este de dorit numai în prezența condițiilor favorabile de vegetație (îndeosebi de nutriție și umiditate) pentru întreaga perioadă de vegetație. În regiunile secetoase o înfrățire abundentă din toamnă determină uneori scăderea producției (aceasta mai ales în primăverile cînd rezervele de umiditate nu satisfac cerințele ridicate ale plantelor puternic înfrățite).

Durata perioadei de înfrățire este determinată în primul rînd de complexul factorilor climatici amintiți. Uneori procesele de înfrățire durează numai 2—3 săptămîni, alteori se prelungesc pînă la cîteva luni. Toteauna însă, faza de înfrățire se termină odată cu parcurgerea completă a stadiilor de iarovizare și lumină. De aceea factorii care modifică într-un sens sau altul durata stadiilor respective (îndeosebi a celui de lumină) prelungesc sau scurtează totodată perioada favorabilă înfrățirii. Important este și faptul că tot în perioada înfrățirii are loc și formarea primordiilor de spic, diferențierea acestora începînd numai după ce planta a trecut stadiul de iarovizare și numai în prezența condițiilor favorabile parcurgerii stadiului de lumină.

Prelungirea sau scurtarea stadiului de lumină determină în același timp prelungirea sau scurtarea perioadelor de formare a spicului și deci lungimea acestuia. În prezența umezelii și a substanțelor hrănitoare în sol, temperatura și lumina sînt factorii principali care pot modifica în ambele sensuri durata de parcurgere a stadiului de lumină și a perioadei de formare a spicului. Zilele lungi scurtează această perioadă și invers. În general, factorii care grăbesc procesul de formare a spicului provoacă micșorarea numărului de boabe în spic și în consecință scăderea recoltei. Pentru evoluția normală a plantei în perioadele următoare este necesar ca în intervalul răsărit — înfrățit temperatura solului să fie cuprinsă aproximativ între 8° și 13°C, în aceleași limite de umiditate indicate în perioada anterioară și în condiții de lumină suficientă. În funcție de aceste limite se apreciază calitatea condițiilor în perioada respectivă. În acest sens trebuie avut în vedere că temperaturile ridicate (20°C) sînt cu atît mai dăunătoare plantelor cu cît umiditatea solului este mai scăzută.

Perioada de la înfrățire la intrarea în iarnă

În perioada de la începutul înfrățirii și pînă la venirea iernii, coborîrea lentă a temperaturii și umiditatea moderată a solului constituie condiții prielnice de vegetație a grîului de toamnă. Gradul de înfrățire la încetarea vegetației depinde îndeosebi de potențialul termic al intervalului respectiv deoarece în condițiile țării noastre spre sfîrșitul toamnei solul prezintă

Tabelul 21

Starea de vegetație posibilă la venirea iernii (la soiul Bezostaia) în funcție de suma temperaturilor acumulate de la însămînțare pînă la „încetarea vegetației"

Localitatea	Semănat % pînă la 10. X.	Temperaturi acumulate din toamnă ⩾ 5°C	Fazele posibile la venirea iernii	Semănat % suprafață de la venirea iernii	Temperaturi acumulate din toamnă ⩾ 5°C	Fazele posibile la venirea iernii	Semănat % de la 20.X.— 1.XI	Temperaturi acumulate din toamnă ⩾ 5°C	Fazele posibile la venirea iernii	Semănat % de la 1 la 15.XI	Temperaturi acumulate din toamnă ⩾ 5°C	Fazele posibile la venirea iernii
Satu Mare	20	401	8 fr.	40	271	5 fr.	16	222	3 fr.	17	67	Răsărit
Cluj	11	285	5 fr.	13	177	Incep. înfrăț.	38	135	Incep. înfrăț.	21	18	Nerăsărit
Făgăraşi	30	253	4 fr.	59	157	„	14	117	„	1	18	„
Sînnicolaul Mare	22	465	8 fr.	28	294	6 fr.	27	240	4 fr.	23	76	Răsărit
Turnu Severin	3	534	8 fr.	51	348	7 fr.	47	278	5 fr.	1	101	Incep. înfrăț.
Roşiorii de Vede	10	520	8 fr.	34	335	6 fr.	50	255	4 fr.	—	75	—
Călăraşi	40	635	8 fr.	34	437	8 fr.	27	337	6 fr.	—	182	—
Constanţa	44	776	8 fr.	42	565	8 fr.	14	474	8 fr.	—	242	—
Botoşani	12	381	8 fr.	45	257	4 fr.	38	195	3 fr.	3	42	Nerăsărit

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

în mod frecvent umiditate suficientă pentru vegetarea plantelor la temperaturi joase (tabelul 21).

Cu toate acestea, în practică se întîmplă foarte des ca plantele să intre în iarnă insuficient sau deloc înfrățite, deoarece în prima jumătate a toamnei apar de regulă intervale secetoase.

Evaluarea condițiilor agrometeorologice în diferite perioade de vegetație se poate face în funcție de numărul zilelor necesare pentru parcurgerea acestora, cunoscîndu-se că orice deviere față de optimum reprezintă un indiciu de înrăutățire a stării de vegetație.

Așa de exemplu pentru perioada semănat—răsărit durata optimă este de 10 zile. Creșterea acestei durate la peste 10 zile indică o înrăutățire a condițiilor de vegetație care poate fi exprimată fie cifric, fie în calificative (tabelul 22).

Tabelul 22

Evaluarea condițiilor de vegetație în perioada semănat-răsărit în funcție de durata acesteia

Durata în zile	Evaluarea condițiilor de vegetație	
	Nota	Calificativul
10 zile	5	Foarte bine
Între 11—15 zile	4	Bine
16—20 zile	3	Satisfăcător
21—30 zile	2	Puțin favorabil
31 zile	1	Favorabil

Procedîndu-se la fel și cu celelalte perioade și ținînd seamă și de indicii termici, se stabilește dependența între faza de vegetație la sfîrșitul toamnei și sumele de temperatură de la răsărire la venirea iernii.

Avansul de fază este cu atît mai pronunțat cu cît sumele de temperatură sînt mai mari.

În condițiile concrete ale țării noastre o importanță deosebită pentru practica agricolă o prezintă rezistența plantelor la temperaturi joase.

Una din cauzele vătămării culturilor de toamnă în acest anotimp o constituie nestabilitatea pronunțată a regimului termic, perioadele relativ calde alternînd în mod frecvent cu perioade reci, geroase. Lanurile de grîu sînt distruse într-o proporție deosebit de mare cînd în urma temperaturilor joase a fost vătămat însuși nodul de înfrățire, în care se găsește conul de creștere al tulpinii, organul cel mai important și cel mai sensibil al plantei. O dată cu vătămarea conului de creștere este distrusă întreaga plantă, de aceea evoluția temperaturii solului la adîncimea nodului de înfrățire are o mare importanță pentru aprecierea condițiilor de iernare a grîului de toamnă.

Cunoscînd limitele critice de rezistență ale plantelor la temperaturi joase și limitele reale de coborîre ale acestora în cursul iernii, prin confruntarea valorilor respective se pot aprecia, în mod obiectiv, efectul gerurilor asupra semănăturilor de toamnă.

Așadar, pentru a determina arealul regiunilor în care grîul de toamnă a avut de suferit datorită temperaturilor joase, este necesar să cunoaștem în primul rînd limita critică de rezistență față de aceasta a plantelor în momentul dat, deoarece această limită variază de la o perioadă la alta. Astfel de limite sînt considerate temperaturile la care pier mai mult de 50% din plante (în asemenea împrejurări se iau măsuri pentru reînsămînțare). Cel mai sigur, limita critică a rezistenței plantelor la temperaturi joase se determină în frigider. Aceste determinări se fac de cîteva ori pe iarnă. În cazul cînd nu există posibilități tehnice de a determina punctul critic de rezistență la ger cu ajutorul frigiderelor, putem folosi metode indirecte care deși au un grad de precizie ceva mai mic, prezintă avantajul de a putea fi aplicate în toate regiunile țării, la toate stațiunile la care dispunem de date asupra regimului termic.

– P e t u n i n (citat de U l a n o v a 1967) pe baza cercetării privind rezistența la ger a plantelor, în afară de însușirea soiurilor, a indicat o serie de criterii care pot fi folosite în aprecierea limitelor de rezistență a grîului la temperaturi joase și în elaborarea prognozelor privind iernarea culturilor de toamnă:

— Semințele care n-au germinat deloc și au fost surprinse de ger uscat, suportă temperaturi foarte scăzute pînă la —20°...—30°C.

— Semințele care n-au răsărit în toamnă dar au germinat și gerurile le-au surprins în această fază, pierd vitalitatea complet cînd temperatura solul la adîncimea îngropării lor coboară la —3°...—10°C.

— În perioada de vegetație, din toamnă și primăvară, plantele au de suferit în foarte mare măsură sau pier complet la temperaturi sub —10°C, dacă aceste temperaturi se mențin 2—3 zile în șir. În caz că temperaturile respective durează mai puțin are loc numai o vătămare parțială a plantelor.

— Din momentul încetării vegetației de la începutul iernii și pînă la reluarea acesteia primăvara, rezistența la ger în diferite zone și chiar în aceeași zonă diferă de la o perioadă la alta chiar pentru unul și același soi, în funcție de evoluția condițiilor meteorologice din anotimpul de iarnă, de natura terenului, agrotehnică etc.

— În general, se poate considera că imediat după încetarea vegetației (la începutul perioadei de repaus), grîul poate suporta temperaturi de —12°... —15°C timp de 2—3 zile, dacă prima fază de călire a decurs normal. Spre mijlocul iernii în luna ianuarie, soiurile cu o mare rezistență la ger suportă fără să fie vătămate, timp de 3—4 zile, temperaturi de —20°C; cele mai multe soiuri însă rezistă numai pînă la —16°...—18°C la nodul de înfrățire. Spre sfîrșitul iernii rezistența la ger scade treptat (rezistența orzului de toamnă urmează același mers fiind în general cu 4—8°C mai scăzute față de grîul de toamnă).

Determinarea gradului de călire a grîului de toamnă și a temperaturilor critice, poate fi făcută și prin analiza condițiilor meteorologice din toamnă după metoda lui C a b a n o v și L i c i k a k i (citați de U l a n o v a — 1967). Autorii respectivi au găsit că rezistența la ger a cerealelor de toamnă depinde în foarte mare măsură de ritmul de scădere a temperaturilor, începînd de la semănat și pînă la producerea gerurilor propriu-zise. Cînd trecerea de la toamnă

la iarnă se face brusc, rezistența este mult mai slabă decît în cazul scăderilor lente de temperatură.

Acești autori exprimă intensitatea coborîrii temperaturilor în perioada de trecere de la toamnă la iarnă, prin numărul de zile dintre diferite limite termice, de exemplu între +10° — +5°C; +5° —0°C; 0° la — 5°C; —5° la —10°C.

Cu cît este mai mare numărul de zile între limitele respective, cu atît mai lentă este coborîrea temperaturii. Pentru a nu îngreuna calculul în condițiile țării noastre se ia în considerare durata în zile de la trecerea temperaturii de la +10° la 0°C și de la 0° la —10°C. Pentru o adaptare normală a plantelor la temperaturi scăzute sînt necesare cca. 40—45 zile în intervalul amintit. Cu cît mai scurt este acest interval, deci cu cît mai bruscă este trecerea spre 0°C, cu atît mai puțin plantele sînt adaptate pentru a rezista la ger. Pentru intervalul de la 0° la —10°C, dependența dintre durata acestuia și limita de rezistență este redată în tabelul 23 (după L i c i k a k i — 1967). Durata intervalului de la 0° la —10°C este exprimată în sume de temperaturi negative.

Tabelul 23

Suma temperaturii diurne a aerului în intervalul dintre 0° și —10°C	Limitele de rezistență la ger ale grîului de toamnă °C
0	—11,0
— 3	—12,5
—10	—13,5
—15	—15,0
—20	—15,5
—25	—16,0
—30	—16,5
—35	—17,0
—40	—17,5
—45	—18,0
—50	—18,0
—60	—18,5
—65	—18,5
—70	—19,0

Limitele de rezistență la ger după acest tabel deși sînt orientative, ele dau totuși posibilitatea de a aprecia măsura în care plantele au avut de suferit în perioada analizată. Ele se referă la temperatura solului, la adîncimea nodului de înfrățire, deoarece măsurătorile directe de temperatură la această adîncimea sînt puține și este necesară determinarea indirectă a acestora. Metoda cea mai indicată în acest scop este metoda Ș u l g h i n — 1967 pe baza căreia se poate determina temperatura solului la adîncimea de 3 cm, în funcție de grosimea stratului de zăpadă și temperatura aerului (fig.34).

Graficul respectiv dă valoarea orientativă a temperaturii la nodul de înfrățire și oferă posibilitatea unor determinări operative. Conform acestui grafic, la temperatura aerului de —30°C și grosimea stratului de zăpadă de 20 cm, temperatura minimă la adîncimea nodului de înfrățire este de —14°C.

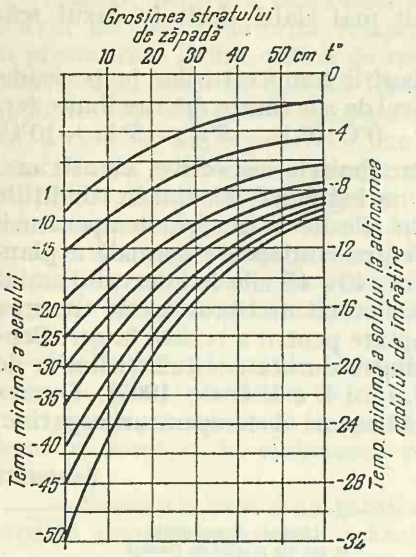


Fig. 34 — Corelația între temperatura minimă la adîncimea nodului de înfrățire a cerealelor, temperatura aerului și grosimea stratului de zăpadă

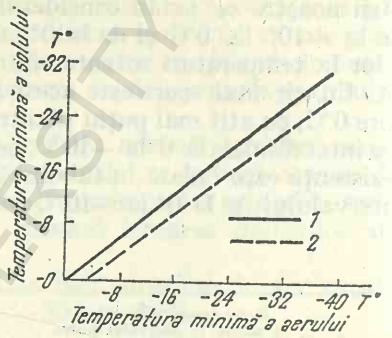


Fig. 35 — Corelația dintre temperatura minimă a solului fără zăpadă la adîncimea de 3 cm și temperatura minimă a aerului:

1 — adîncimea de îngheț > 30 cm; *2* — adîncimea de îngheț < 30 cm

În cazul absenței stratului de zăpadă se poate folosi metoda M o i s e i c i c — 1955 (fig. 35), care are în vedere adîncimea de îngheț a solului.

— Pieirea plantelor în timpul iernii nu se datorește numai temperaturilor joase ci și altor condiții nefavorabile ca de exemplu menținerea unei strat gros de zăpadă peste semănături, topirea bruscă a acestuia, prezența poleiului sau a crustei de gheață, înghețurile și dezghețurile repetate, vînturile puternice de la începutul primăverii, decalajul puternic între temperatura aerului și a solului ș.a.m.d.

Cauza principală a vătămărilor sau distrugerilor provocate de prezența stratului de zăpadă constă nu atît în absența aerului, cît în insuficiența luminii. În aceste condiții se produce o reducere însemnată a hidraților de carbon datorită respirației, a căror regenerare nu poate avea loc în lipsa sau insuficiența luminii; fotosinteza nu se produce, plantele se epuizează, suferă de inaniție și, în funcție de persistența acestor condiții, vor pieri complet sau se vor regenera după dispariția stratului de zăpadă. Plantele, care au acumulat mari cantități de substanțe de rezervă în toamnă, vor rezista mai ușor acestor condiții, rezistența lor fiind cu atît mai mare cu cît temperaturile de sub zăpadă în perioada premergătoare gerului vor fi mai scăzute. Temperaturile ridicate în perioada respectivă intensifică procesele de respirație.

— Topirea bruscă a zăpezii determină acumularea apei în depresiuni și asfixierea plantelor. Dacă apa îngheață, plantele pot pieri fiind distruse prin acți-

unea mecanică a gheții. Asfixierea poate surveni și sub stratul de polei, întrucît aerul nu poate pătrunde prin pojghița de gheață.

Asemenea fenomene s-au produs pe mari suprafețe în perioada de desprimăvărare a anului 1960, cînd plantele au avut de suferit îndeosebi pe solurile argiloase și slab drenate.

Înghețurile și dezghețurile repetate, ce se produc de obicei spre sfîrșitul iernii, determină adesea dezrădăcinarea plantelor, deoarece apa infiltrată în sol, mărindu-și volumul prin înghețare, ridică stratul superficial al acesteia împreună cu plantele; în acest fel se rup rădăcinile. După așezarea stratului de sol, multe plante rămîn cu o mare parte din rădăcini rupte și pier foarte ușor la venirea primăverii. Deosebit de accentuat se întîlnesc aceste cazuri pe lăcoviștile din Banat. Fenomene asemănătoare întîlnim și în cazurile cînd semănatul s-a efectuat într-o arătură proaspătă. La așezarea arăturii nodului de înfrățire poate rămîne cu totul afară din sol, îndeosebi în cazul cînd semințele au fost îngropate superficial.

Uneori chiar plantele care au iernat bine pot pieri la începutul primăverii în cazul cînd temperatura aerului crește brusc determinînd o puternică transpirație a frunzelor, iar sistemul radicular, datorită temperaturilor încă scăzute din sol, nu poate absorbi suficientă apă (secetă fiziologică). În asemenea condiții absorbția nu poate face față transpirației. Se naște un deficit de apă în frunze care poate determina ofilirea sau moartea lor.

Prin analiza amănunțită a condițiilor meteorologice din anotimpul de toamnă și iarnă, în funcție de starea fiziologică a plantelor, se poate face o apreciere destul de riguroasă a posibilităților de adaptare a plantelor pentru rezistența la temperaturi joase. Aceasta permite precizarea zonalității condițiilor de iernare a grîului de toamnă, în funcție de particularitățile anului cercetat.

În condițiile țării noastre, intrarea culturilor de toamnă în perioada de repaus se produce în jurul datei de 5—10 decembrie în Transilvania și jumătatea de nord a Moldovei, 10—20 decembrie în regiunile sudice și vestice și în a treia decadă a lunii decembrie în sud-estul Dobrogei.

Calamitățile determinate de temperaturi joase nu afectează de regulă mari zone agricole, ele avînd mai ales un caracter local.

Pagube mai frecvente s-au semnalat în cursul iernilor reci sau în intervalele geroase din iernile calde, datorită crustei de gheață care s-a format la suprafața zăpezii, producînd asfixierea și slăbirea viabilității plantelor (exp. iernile 1961—1962, 1962—1963).

În iernile cu perioade de ger intens și zăpadă puțină, solul îngheață pînă la adîncimea cuprinsă între 20—50 cm (media maximelor anuale ale adîncimii de îngheț sînt redate în capitolul Clima solului).

Un alt aspect negativ al înghețului superficial și în prezența stratului gros de zăpadă, îl constituie crearea condițiilor pentru tasarea solului îndeosebi pe cernoziomurile situate pe marne, care împiedică infiltrarea apei în profunzime și băltirea acesteia la suprafață (exp. iarna 1966—1967 pe lacoviștile din Banat, cernoziomurile din Cîmpia Moldovei și solurile grele din Platforma Cotmeana și Cîndești).

Perioada de la desprimăvărare la formarea paiului (impăierea)

În perioada de la desprimăvărare pînă la începutul formării paiului, pe măsură ce temperaturile devin mai ridicate, se reiau treptat procesele de creștere. Înfrățirea continuă într-o anumită măsură, însă frații formați primăvara adeseori sînt sterili, deoarece nu reușesc să-și termine stadiul de iarovizare.

Sensibilitatea la temperaturi joase crește treptat pe măsură ce plantele înaintează în vegetație. În această perioadă temperaturile cuprinse între 8° și 12°C, umiditatea suficientă în sol și alternarea zilelor noroase cu cele senine, sînt cele mai prielnice condiții pentru vegetația grîului.

În majoritatea cazurilor în această perioadă plantele își desăvîrșesc stadiul de lumină, iar în conul de creștere are loc diferențierea primordiilor de spic.

Durata acestui stadiu este foarte diferită de la un an la altul și nu depinde riguros de valoarea sumelor de temperatură acumulată, deoarece în acest interval lumina exercită o influență hotărîtoare asupra proceselor biologice.

Perioada de maximă creștere vegetativă și formarea recoltei

Această perioadă se declanșează o dată cu desăvîrșirea stadiului de lumină, diferențierea internodurilor bazale, alungirea paiului, încheierea fazei de înfrățire propriu-zisă și formarea primordiilor de spic.

Prima interfază se încadrează de la data formării (alungirii) paiului și pînă la faza de înflorire. Aceasta este interfaza în care paiul și masa vegetativă au un ritm foarte intens de creștere (îndeosebi spre sfîrșitul interfazei).

Temperaturile optime pentru desfășurarea proceselor respective sînt cuprinse între 14°—20°C. Maximum de creștere a tulpinii însă se observă la temperaturi de 24°—25°C. Creșterea foarte intensă a tulpinii nu înseamnă și potențialul ridicat de producție, deoarece alungirea prea mare a paiului micșorează rezistența plantelor la cădere. Asupra rezistenței la cădere a tulpinii o puternică influență o are lumina. Astfel, în semănăturile prea dese, unde lumina nu poate pătrunde ușor la baza tulpinilor, se observă foarte des fenomenul de cădere. Tulpinile crescute în astfel de condiții au țesuturile mecanice mult subțiate.

La înspicare, temperaturile de 16°—20°C (valori medii zilnice) sînt deosebit de prielnice plantelor. Lumina puternică și umiditatea suficientă în prezența temperaturilor amintite sînt cele mai favorabile condiții pentru plantă în această perioadă.

Înflorirea este faza în care creșterea organelor vegetale (atît a celor aeriene cît și subterane) este încetinită simțitor.

În zonele sudice procesul de înflorire la întreg spicul durează 3—5 zile. Atmosfera uscată, însoțită de temperaturi relativ ridicate, scurtează acest proces. Astfel, N o s a t o v s k i (1950) arată că la temperatura de 22°C și umiditate atmosferică scăzută, spicul poate înflori în 2 zile. În timpul înfloririi se întîmplă uneori ca filamentele și anterele să se dezvolte foarte slab, iar stig-

matul aceleiași flori mult mai puternic, ceea ce face posibilă recepția polenului și de alte plante.

Înflorirea, polenizarea și fecundarea se desfășoară normal cînd în timpul acestor procese temperatura aerului oscilează între 11°C (noaptea) și 25°C (ziua), însă cele mai prielnice temperaturi sînt considerate acelea cuprinse între 16°—20°C.

La temperaturi scăzute (sub + 9°C) sacii polinici nu se pot deschide spre a elibera polenul. La temperaturi prea ridicate (peste 35°C), în prezența unei umidități atmosferice scăzute, fecundarea nu poate avea loc (se produce uscarea stigmatului). N o s a t o v s k i arată că în prezența umidității suficiente în sol, înflorirea și fecundarea se pot desfășura normal chiar cînd temperatura aerului este relativ ridicată (cca. 35°C), iar umiditatea aerului scăzută (sub 30%). În cazul insuficienței apei în sol, temperaturi ridicate stînjenesc foarte mult fecundarea. Spicul apare știrb sau complet lipsit de boabe. De asemenea, umiditatea scăzută a aerului, însoțită de vînturi fierbinți în timpul înfloririi, accentuează fenomenul de știrbire. După înflorire, creșterea frunzelor , a tulpinelor și a rădăcinilor încetează aproape complet, masa vegetativă, baza producției de boabe fiind deja formată. Gradul de dezvoltare a acesteia determină în cea mai mare măsură producția de boabe posibilă.

În urma fecundării ia naștere fructul. Cercetările au arătat că la a 4-a, a 5-a zi după înflorire, în prezența temperaturii de 20—25°C, se poate descoperi embrionul pluricelular, care fiind izolat poate germina. La sfîrșitul primei decade după fecundare, embrionul este deja capabil să germineze în bune condiții. La o săptămînă după fecundare, partea superioară a seminței se umple cu amidon.

Acumularea substanțelor uscate în condiții favorabile de temperatură și umiditate (temperatura 20°C, umiditatea relativă 60%), decurge mai mult sau mai puțin uniform pînă la sfîrșitul coacerii în lapte. O dată cu maturitatea în ceară, ritmul acumulărilor scade treptat pînă spre sfîrșitul acestor faze, cînd încetează complet. După aceasta, se observă o oarecare scădere a substanțelor uscate în bob, datorită proceselor de respirație. Temperaturile ridicate (mai mari de 35°C), însoțite de o atmosferă uscată și de umiditate insuficientă în sol, grăbesc procesele de coacere; pierderea apei din bob producîndu-se în condiții anormale. În aceste condiții se provoacă un dezechilibru între transpirație și absorbție, boabele încetează creșterea înainte de vreme și se zbîrcesc (șiștăvesc). Procesele de maturație sînt mult influențate și de natura reliefului, caracterul solului și gradul de îmburuienare. Pe platourile deschise și pe coastele sudice, coacerea se produce mai timpuriu decît pe văi și pe pante cu expoziție nordică. De asemenea, sînt grăbite aceste procese pe terenurile ușoare — nisipoase, îndeosebi cînd acestea sînt lipsite de buruieni.

După N o s a t o v k i — (1950) în cazul fenomenelor de șiștăvire producția la hectar coboară pînă la o treime, față de recolta ce ar fi fost obținută în condiții normale.

O dată cu acestea scade corespunzător și greutatea hectolitrică. N o s a t o v s k i arată că recoltele mari (3000—5000 kg/ha) sînt însoțite întotdeauna

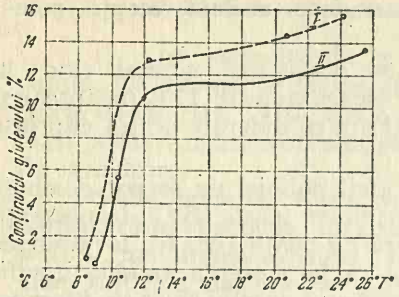


Fig. 36 — Efectul temperaturii asupra formării glutenului în boabele de grîu (după A z z i — 1956):
I — grîu de toamnă; *II* — grîu de primăvară

de greutatea hectolitrică a boabelor ridicată (peste 80 kg/ha). Boabele cu greutatea hectolitrică mică, niciodată nu pot proveni dintr-o recoltă bogată. Deci, între producția de boabe la hectar și greutatea hectolitrică există o anumită legătură.

Asupra calităților boabelor și îndeosebi asupra cantității de gluten o deosebită importanță o are evoluția temperaturii medii a perioadei de la înspicare la recoltare (fig. 38).

Porumbul

Generalități

Centrele de origine și distribuția geografică a porumbului reprezintă un prim indiciu asupra particularităților bioclimatice ale acestei culturi. Originar din regiunile călduroase ale Americii Centrale (Peru, Mexic, Guatemala), porumbul s-a răspîndit în ultimele 3 secole pe mari areale ale Americii de Nord, Americii Latine, Europa și într-o anumită măsură în Asia și Africa.

Confruntînd distribuția arealelor de răspîndire a porumbului cu zonalitatea condițiilor naturale observăm că factorii climatici sînt aceia care limitează în primul rînd extinderea acestei culturi.

Cerințele mari față de căldură împiedică extinderea acestei culturi spre nord.

În afara zonelor amintite spre nord și sud, unde plantele nu ajung la maturitate datorită regimului termic scăzut, porumbul se cultivă pentru nutreț.

Cele mai mari suprafețe și producții la această cultură se înregistrează în regiunile călduroase și relativ umede — izotermele anuale 10°—17°C și precipitații anuale 500—1 000 mm.

Deosebit de mare importanță pentru buna reușită a acestei culturi o prezintă însă variațiile sezoniere ale elementelor climatice.

În regiunile climatice, cele mai favorabile pentru cultura porumbului (centura porumbului S.U.A.) cad aproximativ 130 mm precipitații medii în perioada critică de vegetație (25 de zile înainte și 25 de zile după apariția paniculului). Temperaturile mijlocii ale anotimpului de vară sînt cuprinse aproximativ între 20°—25 C.

Altitudinea maximă de cultivare a porumbului este determinată atît de natura formelor de relief și specificul climatului local, cît și de depărtarea față de Ecuator. După V a v i l o v, (1942) B r e s s m a n, B u c a s o v, H u m b o l d, D e n i s și alții, cea mai mare altitudine unde poate fi întîlnit porumbul este aceea de 3 900 m în Peru la 16° latitudine sudică.

În Europa, limita de altitudine în Carpați (între 45—48° latitudine nordică) este cuprinsă aproximativ între 500—800 m. Ionescu-Sișești (1957) recomandă ca în regiunile cu altitudinea mai mare de 800 m din țara noastră porumbul trebuie înlocuit cu secară, cartofi, ovăz.

Din lucrările de zonare ecologică, efectuate la noi în țară, a reieșit că în cadrul uneia și aceleiași regiuni, limita maximă de răspîndire în altitudine a porumbului, variază de la un loc la altul, întrucît însăși izoliniile ce indică zonalitatea elementelor climatice nu se suprapun cu curbele de nivel.

Asupra răspîndirii pe glob a porumbului, în funcție de natura propriu-zisă a solului, nu sînt încă indicații sigure. Cert este că limitarea zonelor mari este în cea mai mare măsură determinată de factorii climatici, solul avînd mai mult un rol de corecție. Aceasta se datorește în primul rînd faptului că prin intervenția omului calitatea solului poate fi mult modificată, pe cînd ameliorarea climatelor este o problemă mult mai grea de rezolvat în etapa actuală. Pe de altă parte, însăși planta are posibilități de adaptare mult mai mari în privința solurilor decît a climatelor.

În continuare, se vor expune cerințele porumbului față de condițiile climatice pe perioade de vegetație.

Perioada de la semănat la răsărit

Germinarea. Procesele de germinare sînt dirijate îndeosebi de trei factori: temperatura, aerul și apa. Lumina și ceilalți factori ai mediului extern prezintă mult mai puțină importanță în desfășurarea acestor procese. Pînă la o anumită limită, germinația se accelerează proporțional cu creșterea intensității celor trei factori.

Întrucît, aprovizionarea cu aer în practică nu constituie o problemă, studiile întreprinse pînă în prezent asupra germinației, au avut ca scop să clarifice îndeosebi rolul temperaturii și al umidității în desfășurarea acestor procese. Astfel, la porumb s-a stabilit că pragul termic, minim de declanșare a germinației, variază în funcție de soi, între 6°—12°C. Temperatura optimă variază între 32°—40°C, iar cea maximă între 40°—48°C.

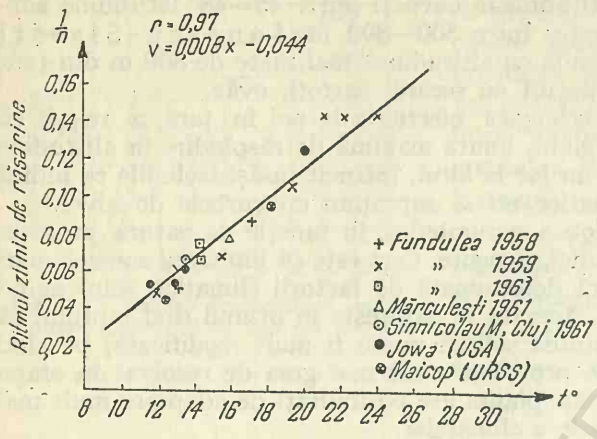
Influența nefavorabilă, atît a temperaturilor ridicate cît și a celor scăzute se accentuează proporțional cu creșterea umidității boabelor.

Temperaturile coborîte de la germinare întîrzie durata încolțirii și reduc rezistența la diferite boli.

Cantitatea minimă de apă pentru germinare variază, de asemenea, de la un soi la altul, Așa de exemplu, boabele de porumb zaharat absorb o cantitate de apă mult mai mare decît cele aparținînd soiurilor din grupa indentata.

Durata de la semănat la răsărit, în condiții de umiditate suficientă în sol este influențată în mod hotărîtor de temperatură (fig. 37). După Rudenko, (1964), acest interval la soiul Brown County a variat în diferite localități din U.R.S.S. conform tabelului 24.

Boabele neîncolțite își păstrează viabilitatea în sol timp îndelungat, dacă temperatura se menține mai ridicată de 0,5°C.Colții surprinși de frig



Indicii condițiilor agrometeorologice în funcție de durata perioadei de la semănat la răsărire (după Circov)

Durata în zile	Aprecierea în note
<10	5
11—13	4,5
14—16	4
17—20	3,5
21—25	3
26—30	2,5
⩾30	2

Fig. 37 — Corelația dintre temperatură și ritmul zilnic de răsărire (în condițiile umidității productive în orizontul de 0—20 cm ⩾ 10 mm)

la 2—3 zile după apariția lor pier complet în cîteva zile. Dacă temperatura scade în această perioadă la —1°C, chiar pentru scurt timp, frunzele plantelor tinere sînt vătămate.

Umiditatea influențează în mare măsură încolțirea.

La umiditatea de 100% boabele nu mai încolțesc din lipsă de aer. La o umiditate de 50—60%, boabele încolțesc mai repede la temperaturi de 35°C decît la 30°C și mult mai repede decît la 25°C.

Dacă după semănat, temperatura se menține în sol sub 10°C, răsăritul întîrzie foarte mult, apar multe goluri în lan, deoarece chiar boabele încolțite pot pieri, rădăcina fiindu-le atacată de diferite ciuperci și bacterii.

În prezența unei umidități suficiente în sol, viteza de creștere a plantelor în perioada formării primelor frunze este determinată în primul rînd de factorul termic. Astfel, cînd temperatura coboară sub 5°C creșterea încetează, brumele chiar ușoare distrug frunzele, iar temperatura —4°C distruge întreaga plantă.

Imediat după răsărire planta începe să asimileze puternic bioxid de carbon și orice umbrire din partea buruienilor îi este foarte dăunătoare.

Temperaturile optime pentru această perioadă sînt cuprinse între 18°—20°C.

Tabelul 24

Intervalele de la semănat la răsărit la soiul Brown County în diferite localități din U.R.S.S.

Localitatea	Leningrad		Voronej		Maicop	
Temperatura (°C)	12,6	18,4	11,6	18,6	12,5	19,5
Zile a semănat la răsărit	18	7	18	9	21	8

BCU IAȘI / CENTRU UNIVERSITAR

În această perioadă se desfășoară prima etapă de morfogeneză din viața plantei. Această etapă se declanșează de fapt încă în bob, înainte de maturizarea plantei mamă, adică în perioada de formare și creșterea boabelor. Ea continuă după maturizarea semințelor, prelungindu-se în întreaga perioadă de germinare și răsărire pînă la apariția primelor frunze inclusiv.

Perioada de la răsărire la înflorire și fecundare

Precipitațiile moderate la temperaturi cuprinse între 20°—22°C și lumină abundentă sînt cele mai favorabile condiții de vegetație pentru porumb în această perioadă. Mare importanță prezintă pentru porumb precipitațiile căzute în timpul iernii și modul de păstrare a acestora în sol. Dacă solul a acumulat destulă apă în timpul iernii, planta poate asigura producții mari chiar în anii cu primăveri mai puțin umede.

Vînturile puternice adesea sînt periculoase, deoarece pot provoca ruperea sau culcarea tulpinilor.

Rezistența la temperaturi scăzute este mai mare decît în perioada anterioară. Totuși și scăderile pronunțate de temperatură sînt dăunătoare. Astfel H a n n e (citat de T h o m p o n 1956) a stabilit că o temperatură de — 2,5°C este vătămătoare pentru porumb, iar aceea de —4,5°C provoacă pieirea plantelor.

În intervalul de la răsărit la apariția paniculului se formează în întregime aparatul foliar și se realizează șapte etape de morfogeneză (2—8). Totodată are loc o creștere intensă a masei vegetative a plantei.

Etapa a doua de morfogeneză se caracterizează prin începutul diferențierii internodurilor tulpinii și alungirea slabă a conului de creștere (fig. 38). În cazul deficitului de umiditate în sol sau al condițiilor atmosferice nefavorabile, o parte din internoduri rămîn insuficient dezvoltate; se poate întîmpla ca unele dintre ele să rămînă atît de mici încît să apară la prima vedere ca un

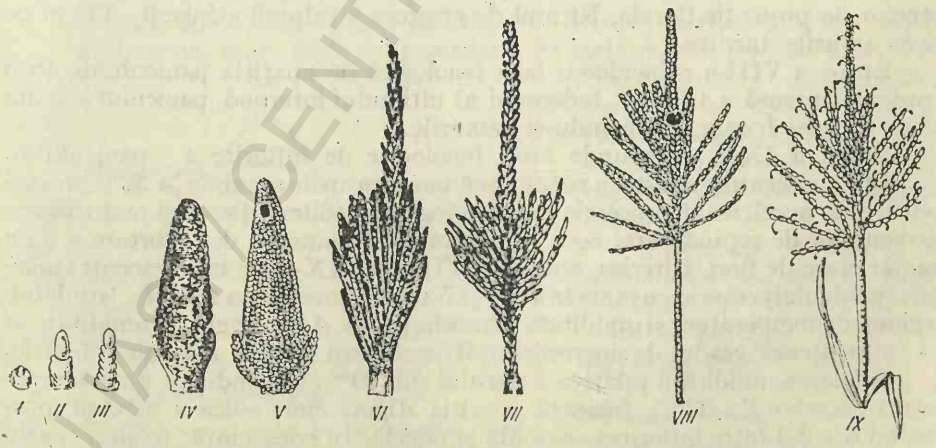


Fig. 38 — Evoluția etapelor de morfogeneză a paniculului la porumb

singur nod. Numărul total de noduri, internoduri și primordii de frunze care se determină în această etapă sînt un rezultat al particularităților biologice ale plantelor și al condițiilor specifice etapelor respective. În etapa a VI-a are loc formarea grăunciorilor de polen în antere. Regimul factorilor meteorologici determină întîrzierea sau forțarea acestei etape și duce la formarea unei cantități insuficiente de polen viabil.

În anii cu deficitul umidității în perioada parcurgerii etapelor a VI-a și a VII-a de morfogeneză se observă o scădere bruscă în cantitatea polenului fertil. Acest fapt determină scăderea numărului de boabe în știuleți și corespunzător scăderea recoltelor. În toate zonele unde se cultivă porumb irigat, în această perioadă precedentă înfloritului, este necesară udarea plantelor.

Important este că etapa a VI-a de morfogeneză a paniculului coincide adeseori cu etapa a IV-a de morfogeneză a știuleților, cînd se determină și mărimea acestora și numărul lor pe plantă.

Încheierea etapei a VI-a de morfogeneză a paniculului duce la o creștere bruscă a tulpinii, aceasta pe seama creșterii internodurilor superioare (al 10—11-lea la soiuri timpurii, 10—15-lea la semitardive și tardive).

Cînd condițiile de temperatură și umiditate stimulează creșterea plantelor, în special după încheierea etapei a VI-a de morfogeneză, creșterea diurnă a tulpinii ajunge pînă la 6—10 cm, iar creșterea liniară pe o decadă depășește 60—100 cm. În condițiile deficitului de umiditate sau scăderea temperaturilor, posibilitățile potențiale ale creșterii în înălțime nu se realizează; nodurile superioare ale tulpinii, mai ales la soiurile tardive, rămîn apropiate unul lîngă altul, iar internodurile — foarte scurte.

Ameliorarea regimului de umiditate în sol, în perioada respectivă, prezintă o covîrșitoare importanță pentru potențialul productiv al porumbului. Începînd din această etapă se declanșează propriu-zisa perioadă critică pentru cultura porumbului , cînd planta are o sensibilitate maximă față de condițiile meteorologice.

Etapa a VII-a se caracterizează prin creșterea axelor inflorescenței și a organelor de protecție florale. Ritmul de creștere a tulpinii atinge 8—12 cm pe zi la soiurile tardive.

Etapa a VIII-a coincide cu faza fenologică de apariția paniculului. Prin creșterea intensă a tulpinii, îndeosebi al ultimului internod, paniculul iese din teaca ultimei frunze, desfăcîndu-și ramurile.

Etapa a IX-a corespunde fazei fenologice de înflorire a paniculului.

Din observațiile noastre a rezultat că temperaturile maxime $\geqslant$ 32°C, în etapele 6 și 7, accelerează procesele de gametogeneză (diferențierea și maturizarea elementelor de reproducere) ceea ce determină fenomenul de avortare a unui număr mare de flori. Ulterior, etapele a VII-a și a IX-a ale inflorescenței mascule (paniculul) coincid cu etapele a 6-a și 7-a, la inflorescența femelă (știulete), regimul de temperatură și umiditate atmosferică ca și rezervele de umiditate în sol influențează gradul de sincronizare al deschiderii florilor mascule și femele.

Scăderea umidității relative a aerului sub 30%, în condițiile unor temperaturi excesive ($\geqslant$ 32°C), frînează apariția stigmatelor, adică a mătăsii, provocînd decalaj între înflorirea masculă și femelă. În consecință, o mare parte din polen se risipește neproductiv, iar fecundarea știuletelui se face incomplet.

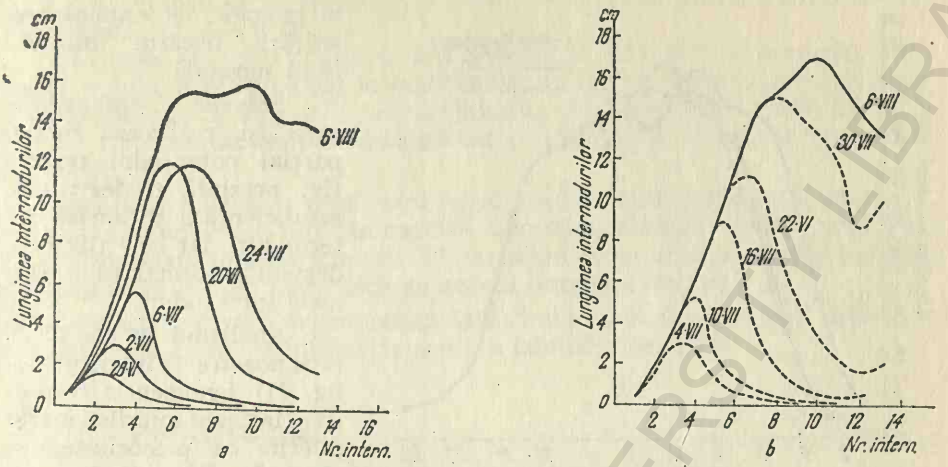


Fig. 39 — Dinamica creşterii internodurilor:
a — HD 101, Suceava 1965; *b* — HD 99 Suceava 1965

Pe de altă parte, întîrzierile cu 8—10 zile în desfăşurarea etapelor 6 şi 7 de morfogeneză la inflorescenţa femelă, sub acţiunea temperaturilor joase, determină o prelungire sensibilă a proceselor ulterioare de formare şi umplere a boabelor. În zonele reci, aceste fenomene apar ca indici de întrevedere a posibilităţilor de coacere în anul respectiv.

În strînsă legătură cu succesiunea etapelor de morfogeneză se desfăşoară înfrunzirea şi creşterea tulpinii.

Atît în cercetările noastre efectuate în diferite zone ale ţării, cît şi din alte studii asemănătoare din alte ţări, a rezultat că internodurile se alungesc unul după altul într-o anumită ordine, începînd cu cele inferioare (fig. 39).

În cazul condiţiilor optime de creştere, fiecare internod următor ajunge la o lungime mai mare decît cel precedent. Această regulă, sesizată şi de către Novaţchii (citat de Nosatovski 1950) pentru culturile păioase, uşurează aprecirea condiţiilor agrometeorologice pentru cultura porumbului.

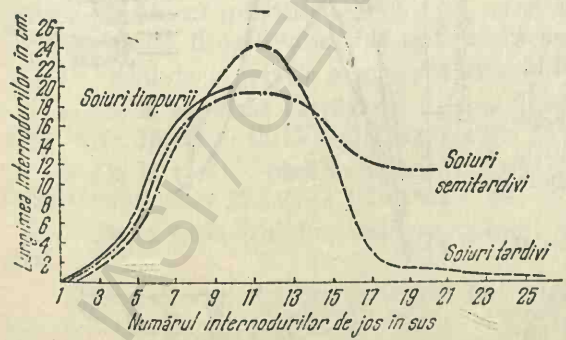


Fig. 40 — Exprimarea schematică a alungirii internodurilor la porumb cu diferite precocităţi (după Andreenco Kuperman — 1956)

Schematic, alungirea internodurilor la diferite grupe de soiuri în zona favorabilă celor timpurii, se prezintă în figura 40, după Kuperman (1956). Din această figură se observă că în zone nordice numai soiurile timpurii îşi realizează în întregime potenţia-

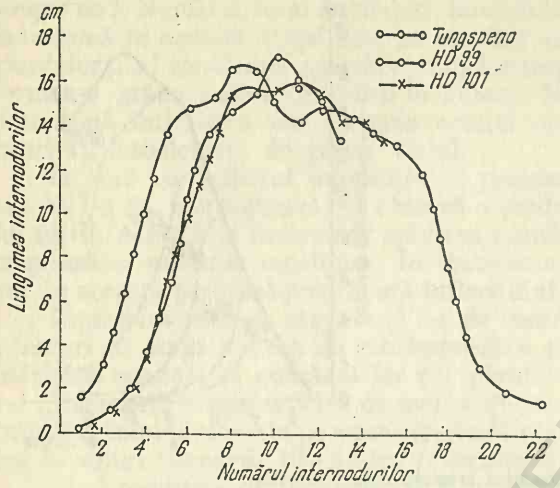


Fig. 41 — Mersul alungirii internodurilor la hibrizii cu precocități diferite în faza înfloririi paniculului Suceava—1965

lul biologic, succesiunea dezvoltării fiecărui internod fiind normală.

Soiurile semitardive, care își realizează numai parțial potențialul respectiv, prezintă o dezvoltare insuficientă a ultimelor internoduri, iar cele tîrzii își dezvoltă normal abia primele internoduri.

Analizînd în condițiile țării noastre (Suceava — fig. 41) fenomenele respective, în cazul soiurilor foarte diferite ca precocitate, se observă diferențierile corespunzătoare în realizarea potențialului biologic. Astfel, soiul foarte tardiv Tungspeno își dezvoltă numai internodurile bazale, cele medii și mai ales cele superioare, rămînînd insuficient dezvoltate.

Hibrizii 99 și 101 își dezvoltă normal majoritatea internodurilor exceptînd cele superioare.

Insuficiența dezvoltării acestora demonstrează că factorii de vegetație din anul respectiv în zona cercetată, deși au corespuns în genere cerințelor plantelor, n-au fost pe deplin satisfăcătoare. Alegerea soiurilor contranstante în cazul de față a fost făcută numai din punct de vedere metodic.

Cercetînd ritmul de creștere a internodurilor la unul și același hibrid, în condițiile anului 1965, în patru puncte geografice, se observă că cele mai mari anomalii în evoluția acestuia, s-au înregistrat la București și Bistrița (fig. 42).

Condiții apropiate de optim s-au realizat la Suceava și Dej.

În primele cazuri, frînarea dezvoltării internodurilor medii și superioare a fost determinată de epuizarea prematură a rezervelor de apă

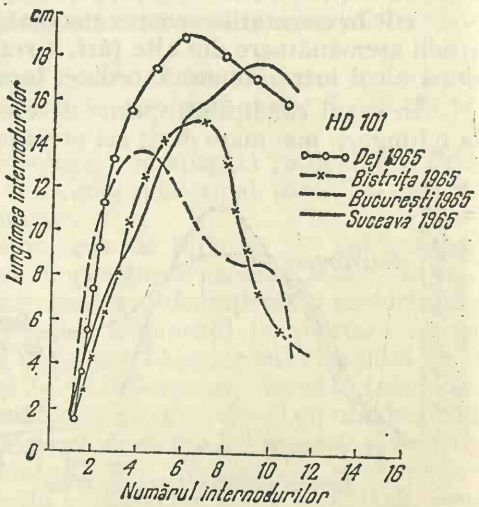


Fig. 42 — Mersul alungirii internodurilor la porumb în diferite zone (după faza înfloritului)

în sol și de temperaturile excesive în perioada creșterii internodurilor 5—12, în perioada iunie — iulie.

În timpul alungirii nodurilor 7 și 8 (sfîrșitul lui iunie) de exemplu, umiditatea solului a scăzut pînă la coeficientul de ofilire, temperaturile maxime au atins valorile de 35 —37°C, iar umiditatea aerului a scăzut pînă la 32%. Aceasta s-a reflectat asupra alungirii internodurilor, în special la Bistrița și București.

Suprafața foliară se desfășoară în concordanță cu creșterea în greutate. În regiunile sudice ale țării, în condiții agrometeorologice optime (terenuri irigate) suprafața totală a frunzelor dintr-un lan de porumb poate depăși 40000 m^2 la ha (de 4 ori mai mare decît suprafața terenului ocupat).

Ca efect al irigațiilor, suprafața foliară activă în fazele critice depășește cu 8 000 pînă la 10 000 m^2/ha pe aceea a lanurilor neirigate.

Floarea-soarelui

Generalități

Floarea-soarelui își are centrul de origine în America Centrală de unde s-a răspîndit în Europa în secolul al XV-lea, inițial ca plantă decorativă.

În cultură, pentru extragerea uleiului, această plantă se cultivă abia de un secol. Avînd o plasticitate foarte mare în ceea ce privește cerințele față de climă și sol, s-a adaptat în condiții geografice foarte diferite.

În altitudine și în zonele nordice, răspîndirea a fost limitată de factorul termic. În general, floarea-soarelui urmează pe glob limitele porumbului, depășind cu puțin limita nordică a acestuia. Izoterma lunii iulie de 18° se prezintă ca limită nordică de cultură, fiind local corectată și de alți factori (umiditate, sol etc.).

În emisfera nordică cele mai mari suprafețe se găsesc între limitele de 40—50° latitudine, în regiuni în care precipitațiile însumează între 300—700 mm anual. Deci, factorul termic limitează zonalitatea generală a răspîndirii, iar factorul umiditate determină arealele înăuntrul marilor zone. Pentru ulei, poate fi cultivată pînă la altitudinea de 700 m.

În ciclul de vegetație a acestei culturi se disting următoarele perioade:

1. De la semănat la răsărit, care se produce cel mai frecvent la noi în țară între 15.III.—15.IV. (durata medie 10—18 zile).

2. De la răsărit pînă la formarea capitulului care se produce de regulă în intervalul de la 15.IV—1.VI. și are o durată de cca. 30 zile. (de la răsărit).

3. De la începutul formării capitulului pînă la înflorire — ca. 30—35 zile.

4. De la începutul înfloririi pînă la încheierea ciclulului de vegetație cuprinsă frecvent în intervalul 20.VI—10.IX, cu o durată medie de 50—60 zile. În această perioadă are loc formarea completă a semințelor, creșterea și maturizarea acestora.

Tabelul 25

Variația sumelor de temperatură din aer și sol pentru perioada răsărire — înflorire

Soiul	anul	Epoca de semănat (data)	Suma temp. 5°C aer	$x - \bar{x}$	$(x-\bar{x})^2$	S	S%	Suma temp. 5°C sol	$x - \bar{x}$	$(x-\bar{x})^2$	S	S%
Vniimk	1960	I. 15.III	943,1	16,4	268,96	28,9	3.1%	1102,7	4,8	23,04	21,2	1,9%
		II. 30III	957,8	31,1	967,21			1114,0	16,1	259,21		
		III. 15VI	978,9	52,2	2724,84			1131,6	33,7	1135,69		
		IV. 30.VI	915,4	−11,3	127,69			1078,1	−19,8	392,04		
	1961	I. 15.III	917,8	− 8,9	79,21			1118,5	20,6	424,36		
		II. 1. IV	880,8	−45,9	2106,81			1075,0	−22,9	255,41		
		III. 15.IV	895,7	−31,0	961,0			1064,8	−33,1	1095,61		
Armavir	1960	I. 15.III	945,7	19,0	361,0			1106,7	8,8	77,44		
		II. 30.III	930,9	− 5,8	33,64			1075,4	−22,5	506,26		
		IV. 30.VI	953,8	27,1	734,41			1108,5	10.6	112,36		
	1961	I. 15.III	917,8	− 8,9	79,21			1118,5	20,6	424,36		
		II. 30.III	915,7	−11,0	121,1			1098,0	0,1	0,01		
		III. 15.VI	882,9	−43,8	1918,44			1070.2	−27,7	767,29		
Media			926,7					1097,9				

* La înălțimea de 2 m.
** La adîncimea de 10 cm.

BCU IAȘI - CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În total, durata perioadei de vegetație este de cca. 120—135 zile, durată care variază în funcție de soi și condițiile pedoclimatice.

Consumul total de căldură, exprimat în sume de $t \geqslant 5°C$ pentru întreaga perioadă de vegetație, variază de la un soi la altul între 1 400—1 800°C. Pentru perioada răsărit—înflorit, soiurile cultivate în țara noastră necesită 900°—1 000°C temperaturi măsurate în aer la înălțimea standard (2 m), sau 1 000—1 100°C temperaturi măsurate la adîncimea de 10 cm în sol (tabelul 25). Comparînd datele din tabelul 25 cu cele din tabelul 26 se observă că suma temperaturilor caracteristice pentru această perioadă (mai ales cele măsurate în sol), reprezintă o valoare mult mai constantă (abaterile nu depășesc 2% față de valoarea medie) decît numărul de zile. Acestea din urmă prezintă abateri mai mari de 25% față de valoarea medie.

Tabelul 26

Durata în zile a perioadei răsărire — înflorire

Soiul	Anul	Epoca de semănat	Data răsăririi	Data înfloririi	Nr. zile R — I x	$(x - \bar{x})$	$(x - \bar{x})^2$	S	S%
Vniimk	1960	I.	8.IV	5. VII	88	6,8	46,24	18,1	25,4%
		II.	15. IV	8. VII	84	12,8	163,84		
		III.	10. V	19. VII	70	— 1,2	1,44		
		IV.	6. VII	27. VIII	52	—19,2	368,64		
	1961	I.	5. IV	27. VI	83	11,8	139,24		
		II.	12. IV	28. VI	77	5,8	33,64		
		III.	9. V	12. VII	64	7,2	51,84		
Armavir	1960	I.	7. IV	5. VII	89	17,8	316,84		
		II.	15. IV	6. VII	82	—11,8	139,24		
		III.	10. V	18. VII	89	17,8	316,84		
		IV.	6. VII	29. VIII	54	—17,2	295,84		
	1961	I.	5. IV	27. VI	83	—48,2	2323,24		
		II	12. IV	29. VI	78	6,8	46,24		
		III.	9. V	12. VII	64	— 7,2	51,84		
Media					71,2				

Deși această cultură este exigentă față de căldură, germinarea poate începe la temperatura de 3—5°C, suportînd în primele faze de vegetație înghețuri pînă la —4° —5°C (dacă înghețurile sînt de scurtă durată). Răsărirea însă decurge în condiții optime la temperaturi mai mari de 8°C. În cazul în care temperaturile scăzute persistă, se produc vătămări parțiale sau totale ale vîrfului de creștere, fapt care duce la ramificare puternică și scăderea producției. Apar mai multe capitule la aceeași plantă; acestea sînt însă mici, puțin productive, cu forme monstruoase. Pe măsura înaintării în vegetație, adică după formarea butonilor florali, sensibilitatea plantelor la temperaturi scăzute se mărește. În perioada înfloririi, temperaturile de —1°C sînt dăunătoare.

În valori medii zilnice, temperaturile cele mai favorabile sînt cuprinse între 16°—20°C pînă la înflorire și 20°—24°C de la înflorire la coacere. De la 27°C în sus, plantele suferă și recolta se depreciază.

Temperaturile maxime de peste 35°C sînt dăunătoare dacă apar mai multe zile în șir. În cazul în care căldura este însoțită și de deficit de umiditate în aer și sol în perioada umplerii bobului, se produce maturizarea forțată a plantelor, care are drept urmare scăderea procentului de miez și ulei. Pe de altă parte, temperaturile sub 19°C din perioada formării bobului prelungește mult perioada de vegetație, diminuînd foarte mult conținutul și calitatea uleiului.

În afara regimului termic, o deosebită influență asupra producției are regimul de insolație, floarea-soarelui fiind originară din zonele sudice — de zi scurtă.

Lumina și căldura moderată contribuie la sporirea cantității de ulei din semințe și la îmbunătățirea calității lui. Astfel, în regiunile sudice cu zile scurte și lumină intensă, cultura se dezvoltă bine, formează o tulpină relativ scundă, cu capitule mari și dă producții ridicate atît de semințe cît și de ulei. În regiunile nordice, cu perioadă de iluminare mai lungă, planta formează masă vegetativă bogată, însă producția este scăzută.

Nebulozitatea prea mare contribuie la prelungirea perioadei de vegetație, împiedică formarea uleiului și scade calitatea lui.

În genere, floarea-soarelui se consideră o plantă rezistentă la secetă, datorită sistemului radicular bine dezvoltat, care, pătrunzînd adînc în pămînt, absoarbe apa din straturile profunde, folosind astfel rezervele acumulate în perioadele ploioase (fig. 43). Figura reflectă legătura evidentă dintre precipitațiile căzute în intervalul anterior vegetației (noiembrie—aprilie) și producția medie pe întreaga suprafață a Bărăganului, obținută în diferiți ani (fig. 44).

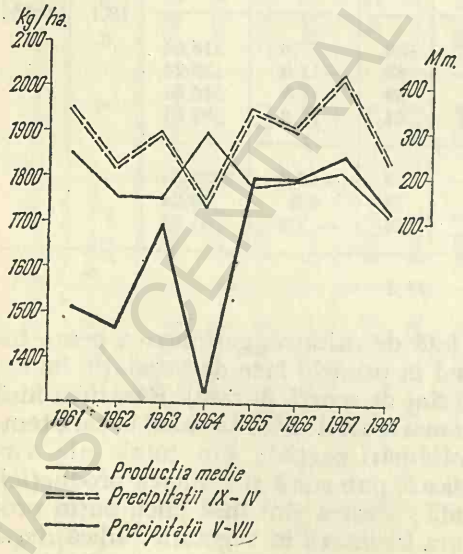


Fig. 43 — Corelația dintre producția de floarea-soarelui și precipitații (Bărăgan) 1961—1968

Între evoluția precipitațiilor căzute în plină vegetație (intervalul mai—iunie) și recolte, nu se desprind legături evidente.

Rezistența la secetă atmosferică este mărită, comparativ cu celelalte culturi, de perișorii care acoperă frunzele și tulpina, împiedicînd transpirația puternică. Consumul total de apă pe întreaga perioadă de vegetație este cuprins în zonele noastre între 300—450 mm, adică 3 000—4 500 m³/ha în funcție de soi, regimul meteorologic al anului și de particularitățile agropedologice respective.

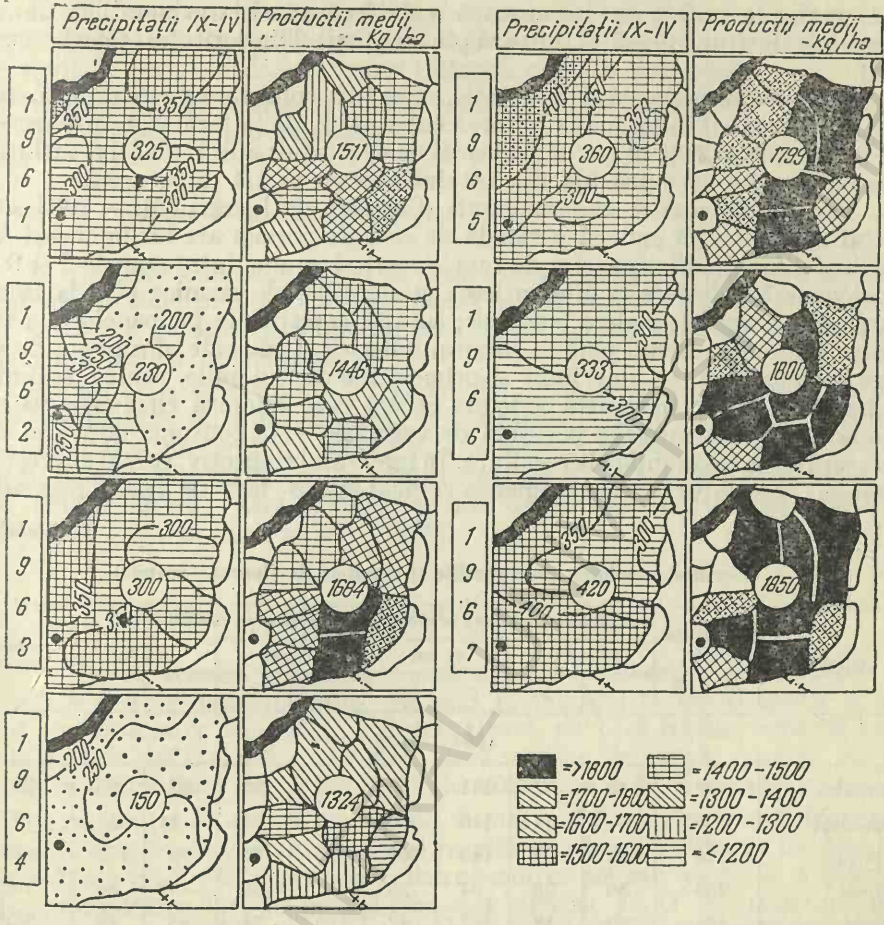


Fig. 44 — Floarea-soarelui — influența precipitațiilor asupra recoltelor în Bărăgan (1961 — 1967)

Consumul cel mai mare de apă este în perioada formării capitulului și a umplerii bobului.

O influență deosebită asupra procentului de ulei din semințe o au condițiile de mediu din perioada formării capitulului și înfloritului. În această perioadă, timpul cald și umed contribuie la acumularea unei cantități mai mari de ulei.

Precipitațiile din timpul formării primordiilor florale și înflorit (mai—iunie) ca și cele din timpul creșterii semințelor, au un efect favorabil asupra acumulării uleiului.

Durata de strălucire a soarelui exercită, de asemenea, o influență puternică asupra ritmului de creștere a semințelor și asupra acumulării uleiului. Față de

apă, perioada critică se declanșează o dată cu apariția primordiilor florale (perechile de frunze 4—6) și durează pînă la sfîrșitul înfloritului (M e l n i c — 965).

Pe întreaga perioadă de vegetație, repartiția consumului este următoarea: 29% de la răsărit la formarea inflorescenței, 45% de la formarea inflorescenței la înflorire și 26% în restul perioadei de vegetație; adică pînă la înflorire, floarea-soarelui consumă 3/4 din totalul necesar și 1/4 după aceea.

Din datele noastre experimentale (Culegere de lucrări I.M. — 1965) a rezultat că la această cultură perioada de consum maxim are loc în cursul formării și diferențierii organelor de reproducere și anume între etapele 5 și 9 de morfogeneză (adică de la diferențierea primordiilor de stamine pînă la fecundare). Din punct de vedere fenologic, aceasta corespunde perioadei de la formarea butonilor florali pînă la sfîrșitul înfloririi și coincide, din punct de vedere calendaristic, cu luna iunie și primele zile ale lui iulie pentru regiunile sudice (tabelul 27). În această perioadă critică, care durează circa 25—30 zile —adică 15% din întreaga perioadă de vegetație — se consumă 50% din apa necesară de la însămînțare la recoltare. În intervalul respectiv, ritmul de creștere a masei vegetative este de asemenea cel mai intens față de restul perioadei.

Tabelul 27

Umiditatea solului, precipitațiile și recoltele de floarea—soarelui

Stațiunea	Precipitații între IX. 1963—IV. 1964	Umiditatea productivă în orizontul 0—150 cm și precipitații — 1964 —								Producția kg/ha
		30 aprilie		31 mai		30 iunie		31 iulie		
		U	P	U	P	U	P	U	P	
					1964 — 1965					
Fundulea	177	158	57	141	60	54	65	93	60	2100
Mărculești	—	—	24	110	60	18	80	—14	30	1570
Griviția	178	123	24	140	66	77	30	73	120	1800
Perieni	158	56	26	34	20	11	80	—46	84	1000
Făurei	124	203	18	197	42	120	74	95	40	1890
					1965					
Fundulea	280	237	25	253	80	151	50	85	30	3822
Mărculești	—	225	35	205	80	115	50	—	45	—

În regiunile de cultură din țara noastră, perioada critică se încheie de regulă mai devreme de declanșarea secetelor accentuate din luna iulie.

Deoarece regimul umidității solului din prima parte a anotimpului cald (aprilie-iunie) este puternic influențat de precipitațiile din perioada rece, însăși rezervele de umiditate din perioada critică depind în mare măsură de precipitațiile căzute în perioada de acumulare (octombrie-aprilie). În restul perioadei de vegetație, umiditatea solului influențează starea de vegetație și recolta, însă într-o măsură sensibil mai mică decît în perioada critică (de

exemplu în intervalul de la răsărit la declanşarea perioadei critice, planta consumă aproximativ 25% din necesarul pe întreaga perioadă şi o cantitate aproape egală în perioada de la sfîrşitul înfloririi pînă la maturitate).

Prezentăm în continuare unele particularităţi bioclimatice ale culturii, separat pentru fiecare perioadă.

Perioada de la semănat la răsărit

Este cunoscut faptul că ritmul de germinare şi răsărire a plantelor depinde, în condiţiile de cîmp, în special de temperatură, umiditate şi gradul de aeraţie a patului germinativ, fertilitatea solului neavînd practic nici o influenţă pentru aceste procese.

În majoritatea cazurilor, pe terenurile agricole, aerul găsindu-se în cantităţi suficiente, nu frînează ritmul de germinare şi răsărire, însă temperatura şi umiditatea prezentînd oscilaţii mai puternice, grăbesc sau frînează acest ritm. Seminţele germinează la temperaturi de 4°—5°C (dacă îngheţurile sînt de scurtă durată), temperatura optimă de germinare este cuprinsă între 15°—25°C. (Zamfirescu — 1958).

Perioada de la răsărit la înflorit

În această perioadă, în care are loc formarea şi diferenţierea primordiile florale, temperaturile cele mai favorabile, în valori medii zilnice, sînt cuprinse între 16 —20°C. Plantele tinere, cu 1—2 frunze, suportă îngheţuri pînă la —6°C şi chiar mai mult, dacă nu sînt de lungă durată. Această însuşire a favorizat extinderea ariei de răspîndire a florii-soarelui spre nord.

Temperaturile de —3° —6°C de durată mai lungă, provoacă distrugerea parţială sau totală a plantelor cît şi ramificarea lor. Persistenţa temperaturilor scăzute (—3°—6°C) provoacă distrugerea totală sau parţială a plantelor cît şi ramificarea lor. În primul rînd este afectat conul de creştere. Aşa de exemplu în anul 1952, în experienţele efectuate de Staţiunea Cîmpia Turzii (Cluj), floarea-soarelui a suferit foarte mult în urma îngheţului de la 22 mai, care a distrus conul de creştere la peste 40% din plante. Drept urmare, plantele au avut o stagnare vizibilă în creştere, au ramificat foarte puternic, iar capitulele prezentau forme monstruoase.

Pe măsură ce plantele se dezvoltă, sensibilitatea la temperaturi scăzute se măreşte. Datorită acestui fapt, în perioada de înfrunzire şi pînă la formarea capitulelor, plantele rezistă la temperaturi de 6°C. În timpul înfloritului chiar temperaturile de 1°—2°C sînt dăunătoare. Pe de altă parte temperaturile ridicate din timpul înfloritului au o influenţă negativă, mai ales cînd sînt însoţite de umiditate scăzută a aerului şi de vînturi puternice. Temperaturile maxime diurne mai mari de 30°—32° C stînjenesc creşterea şi dezvoltarea plantelor în această perioadă.

Sfecla de zahăr

Generalități

Sfecla de zahăr este o plantă specifică climatului temperat cu veri calde dar suficient de umede. Zona cea mai favorabilă pentru cultura acestei plante este cuprinsă în linii mari între paralele de 47° și 54° latitudine nordică. Totuși prin soiurile noi create, cultura ei s-a extins destul de mult în afara acestor limite, trecînd de paralela de 60° (în Finlanda) și pînă aproape de paralela de 40° din sudul Europei (Spania).

Din complexul de factori climatici, umiditatea și temperatura joacă un rol deosebit în buna dezvoltare a culturii. Astfel, la semănat este necesar ca solul să fie suficient de umed pentru ca sămînța să se poată îmbiba cu cantitatea de apă necesară încolțirii și care depășește greutatea proprie cu 25%.

Perioada de la răsărire pînă la creșterea rădăcinilor în greutate

În perioada germinării și răsăririi, sfecla de zahăr este deosebit de sensibilă față de umiditatea stratului superficial al solului (0—50%). Consumul cel mai intens de apă se realizează însă în perioada de la apariția frunzei a 10-a și pînă la dezvoltarea maximă a suprafeței foliare (50—70 frunze).

Excesul de apă din sol (peste 90% din capacitatea totală pentru apă reduce tot așa de mult producția ca și lipsa apei, prin faptul că se stînjenește respirația rădăcinilor și plantele mor asfixiate.

În caz de secetă, se constată ofilirea aparatului foliar , iar cînd seceta este excesivă masa verde a plantei se usucă.

Cantitatea de precipitații necesară întregii perioade de vegetație a sfeclei, pentru a se menține o umiditate favorabilă în sol, este de 350—600 mm. Această cantitate de apă depinde de mărimea și forma frunzelor, intensitatea luminii, temperatura și umiditatea aerului, îngrășăminte etc. Cu cît solul este mai ușor temperatura mai ridicată, umiditatea aerului mai redusă și masa foliară mai mare, cu atît este necesară o cantitate mai mare de apă.

Precipitațiile atmosferice trebuie să fie repartizate conform cu cerințele plantelor în tot cursul perioadei de vegetație, iar numărul zilelor cu ploaie să fie cît mai mic și însoțite de căldură și lumină suficientă, necesare fotosintezei, creșterii rădăcinilor și acumulării zahărului.

Pentru ca sămînța de sfeclă să germineze, are nevoie de cca 240 mm apă acumulată în cursul lunilor de iarnă pînă în martie, adică 120—150% apă față de greutatea ei, comparativ cu majoritatea semințelor plantelor cultivate care au nevoie de mult mai puțină apă.

Creșterii și dezvoltării normale a sfeclei îi este necesar un sol bine aprovizionat cu apă pe toată adîncimea lui nu numai în timpul iernii, ci și în cursul toamnei. În restul perioadei de vegetație, sfecla de zahăr are nevoie de 360 mm de precipitații, repartizate conform cerințelor plantei și anume: cele mai mari cantități în lunile iulie și august cînd are loc îngroșarea rădăcinilor și în cantități mai mici în septembrie și octombrie cînd sfecla are nevoie de mai multă căldură și lumină pentru acumularea zahărului.

În ceea ce privește regimul pluviometric, este de preferat o frecvență mai redusă și intensitate mare a ploilor, cu toate că sfecla folosește bine și ploile ușoare, datorită suprafeței foliare mari care captează apa și o dirijează spre rădăcină. Frecvența mare a ploilor înseamnă însă nebulozitate mare și deci condiții neprielnice pentru fotosinteză.

Umiditatea relativă a aerului joacă un rol însemnat la sfeclă, întrucît de aceasta depinde transpirația plantelor. Pentru o creștere și dezvoltare normală s-au stabilit următoarele valori lunare ale umidității aerului: aprilie 60%, mai 67%; iunie 66%; iulie 70%; august 60%; septembrie 75%; octombrie 75%. În cazul în care umiditatea scade sub aceste valori plantele transpiră mult, suferă de secetă și creșterea stagnează. La o umiditate mai mare evaporarea și acumularea substanței uscate este stînjenită.

În timpul perioadei de vegetație sfecla are nevoie în ansamblu de 2400—2800°C, repartizate pe perioade de vegetație astfel: 650°C de la răsărit pînă la îngroșarea rădăcinii (luna iunie); 1150°C de la îngroșarea rădăcinii pînă la începutul acumulării zahărului în cantitate mare(august); 1000°C de la începutul depozitării mai rapide a zahărului pînă la recoltare (octombrie).

Încolțirea seminței începe la 4—5°C dar germinează cu atît mai repede cu cît temperatura se apropie de optimum (25°C).

În faza de cotiledoane temperaturile de minus 2—3°C pot cauza pagube mari. După formarea primelor frunze adevărate însă, rezistența crește și sfecla poate suporta, pentru scurtă durată, chiar înghețuri pînă la —8°C.

În timpul perioadei de vegetație a sfeclei, s-au stabilit următoarele temperaturi medii necesare creșterii și dezvoltării normale:

— de la 15 aprilie — 15 iunie 10,7°C;
— „ 15 iunie — 15 august 18,8°C;
— „ 15 august — 15 octombrie 16,5°C.

Temperatura medie pentru întreaga perioadă de vegetație este de 15°,4C, valoare socotită ca cea mai favorabilă creșterii și dezvoltării.

Ca și în cazul precipitațiilor, dacă temperatura crește, plantele suferă de supraîncălzire și pierd prematur majoritatea frunzelor, iar rădăcina crește foarte puțin în greutate. În majoritatea cazurilor, rădăcina se deshidratează și scade în greutate. Relațiile dintre producții, precipitații și temperaturi sînt redate în figura 45.

Perioada de creștere a rădăcinilor în greutate

Toamna, rădăcina sfeclei îngheață la temperatura de 0°C dacă este scoasă din pămînt, iar cînd nu este recoltată poate rezista la îngheț, fiind apărată de frunze, atît timp cît solul nu este înghețat.

Sfecla de zahăr este deosebit de exigentă față de radiația solară în perioada finală a creșterii rădăcinii cînd procesul de acumulare a zahărului, în condiții de umiditate și căldură suficientă, se află într-o dependență directă de numărul de ore însorite.

Deosebit de importantă este intensitatea luminii în lunile august —septembrie, cînd se acumulează cea mai mare parte de zahăr.

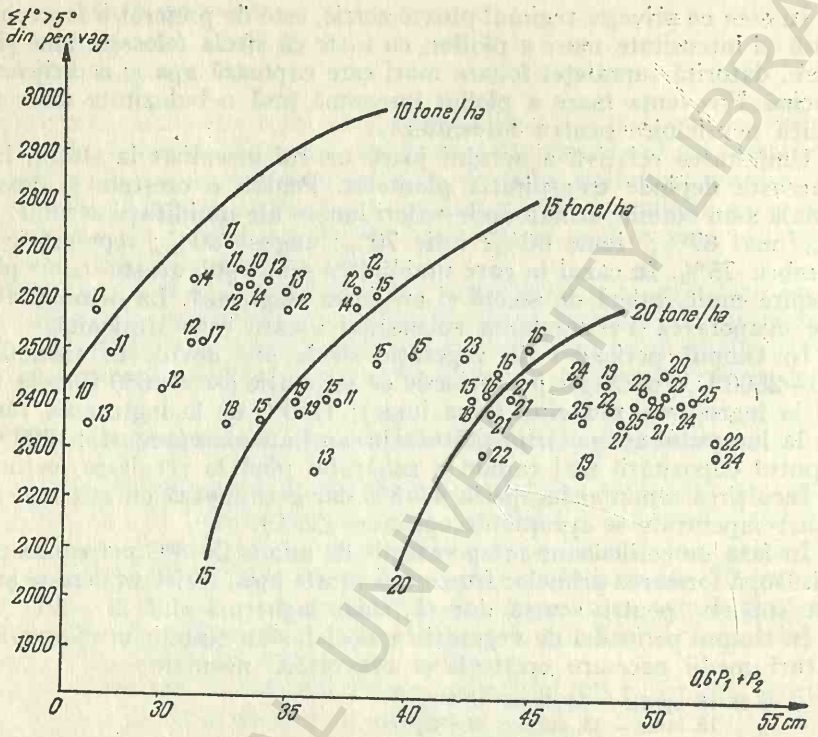


Fig. 45 — Sfecla de zahăr — corelația dintre producții, precipitații și suma temperaturii efective ⩾ 5°C:

P_1 — precipitații de iarnă; P_2 precipitații din perioadă caldă

Din cercetările făcute în condițiile țării noastre rezultă că regimul radiației globale, care are o pondere deosebită în calitatea recoltei, nu apare ca un factor limitativ, deoarece minimum cerut de plantă în acest sens este satisfăcut. Suma radiației solare decadale în Kcal/cm² în intervalul iulie—august depășește în general 4,5 Kcal/cm² (această valoare este considerată ca limită inferioară a optimului pentru sfeclă).

Culturi hortiviticole

Mărul

Mărul este una din cele mai răspîndite culturi pomicole. Mărul comun *(Malus communis)*, se crede că reprezintă o selecție de cloni din *Malus silvestrus*, cu centre de origine în Asia de vest unde și astăzi se întîlnesc diferite specii de meri sălbatici (V a v i l o v — 1955).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Speciile actuale sînt cultivate în Europa de mai bine de 2000 de ani.

Limitele nordice, ca și la celelalte specii pomicole, sînt determinate de temperaturile joase și de gerurile care distrug rădăcinile. Speciile cu rădăcinile foarte rezistente la ger pot merge mult spre nord. Un alt factor ce limitează granița sudică de cultură a acestei specii îl constituie numărul orelor de frig, adică minimum de frig necesar pentru a trece de la repausul fiziologic la vegetația activă. Acolo unde acest număr minim de ore de frig necesar nu este asigurat, plantele dau numai frunze, fără a fructifica.

Limita sudică a culturii mărului mai este condiționată și de umiditatea atmosferică și de ploi care favorizează atacul de boli și insecte.

Cerințele biologice ale acestei plante față de factorii meteorologici sînt diferite, în funcție de faza de vegetație. Astfel: numărul de zile fără îngheț în perioada de vegetație, pentru soiurile cu coacere timpurie este cuprinsă între 125—150, iar pentru cele cu coacere tîrzie între 150—185. Suma temperaturilor efective din cursul perioadei de vegetație trebuie să fie mai mare de 1500°C.

Soiurile de măr, rezistente la ger, suportă în iarnă temperaturi pînă la —45°—50°C, iar soiurile sudice suportă doar —25°C. În general, rezistența țesuturilor la îngheț diferă mult de la specie la specie și de la o situație la alta. Astfel, zona de cambiu și în general celulele noi formate pe ambele părți ale zonei pot fi ușor distruse de ger dacă se află în faza de creștere vegetativă. În anul 1940 un val de frig ce a determinat coborîrea bruscă a temperaturilor la mijlocul lunii noiembrie, (minima ajungînd în următoarele 4 zile pînă la —18°C—20°C) a determinat în bazinul Missouri (U.S.A.) moartea a mii de meri.

Temperaturile joase din primăvară, pot distruge florile și fructele tinere. După îngheț, chiar dacă fructele nu prezintă vătămări vizibile ele se dezvoltă în continuare pînă ajung la un diametru de circa 1 cm și ulterior cad.

Florile deschise pot fi distruse de temperaturile de —2°—2,5°C. În fructele tinere la aceste temperaturi sînt distruse semințele, care duc la degenerarea fructului în intervalele următoare. După moartea seminței, cade și fructul format. La temperaturi de —5°—8°C recolta este distrusă.

Mărul are cerințe deosebit de mari față de umezeala solului, în faza de înflorit, formarea fructelor și toamna înainte de repausul vegetativ.

Părul

Părul *(Pyrus communis)* originar din Asia Centrală este răspîndit la latitudini moderate, fiind mult mai pretențios față de căldură și umezeală.

Perioada fără îngheț pentru soiurile timpurii este de 130—140 zile, iar pentru cele tîrzii 180—190 zile. Suportă foarte greu gerul de —25°—30°C, iar rădăcinile lui se distrug ușor cînd temperatura solului atinge —9°C.

Ca și la măr, florile deschise sînt distruse de temperaturile de —2°C. Valorile prea ridicate ale temperaturilor $\geqslant$ 35°C, în cursul perioadei de vegetație sînt de asemenea nefavorabile.

Vișinul

Vișinul, originar din Asia estică (Transcaucazia, Iran, Turkmenia), este foarte sensibil la înghețul de primăvară. Astfel, temperaturile de —2°C produc distrugerea mugurilor, iar temperaturile de —1°C distrug fructul tînăr. Rădăcinile vișinului sînt vătămate de temperatura de —15°C în sol.

Prunul

Prunul își are originea în Asia de est și cuprinde limite largi de răspîndire. Soiurile sudice suportă cu greutate temperaturi de —20°C în iarnă, pe cînd cele nordice suportă geruri de —50°C.

Prunul este deosebit de pretențios la umezeală, necesitînd deseori irigare.

Vița de vie

Vița de vie, fiind o plantă originară din Asia centrală (India, Afganistan etc.), este deosebit de pretențioasă la lumină și căldură.

Sensibilitatea viței de vie, în primele faze de vegetație, este mărită față de factorul termic și mai puțin pretențioasă la umezeală. Astfel, părțile tinere ale lăstarilor, inflorescențele și frunzele îngheață la —2°C, părțile mai lemnoase rezistă însă pînă la —7°C.

Factorul apă însă, în timpul acestei faze de vegetație, nu prezintă situații critice, deși cerințele plantei cresc proporțional cu dezvoltarea masei vegetative.

Principala sursă de alimentare cu apă în această perioadă o prezintă rezervele acumulate în sol în intervalul rece (noiembrie-martie). Chiar în situația în care stratul superficial al solului este secătuit de apă (seceta de primăvară), compromițînd dezvoltarea plantelor erbacee, rezervele acumulate în profunzimea solului pot satisface procesele normale de transpirație și asimilație ale acestei culturi, care, avînd un sistem radicular profund, valorifică rezervele de apă acumulate în adîncime.

În faza de înflorit, vița de vie este extrem de susceptibilă față de excesul de umezeală. Precipitațiile căzute în această fază pe lîngă efectul negativ direct pe care îl au asupra polenizării (transferul polenului îngreuiat, coborîrea temperaturii sub pragul biologic etc.), creează condiții favorabile atacurilor bolilor și dăunătorilor și de asemenea determină un procent mărit de boabe meiate și mărgeluite.

Inflorescențele și florile sînt foarte sensibile față de factorul termic. Coborîrea temperaturii sub 14°C frînează procesul de înflorire, iar temperaturile de 0°C distrug florile.

În intervalul următor (iulie-septembrie), corespunzător fazei de creștere și maturare a strugurilor, cerințele față de apă ale acestei culturi cresc pînă la intrarea în faza de pîrgă. Pentru acest interval Azzi (1956) a stabilit că este necesară o cantitate de cca. 50 mm precipitații pe lună. Lipsa de preci-

pitații din această perioadă grăbește fenomenul de coacere; strugurii rămîn mici, cu boabe nedezvoltate și recolta este diminuată.

Excesul de precipitații este de asemenea dăunător, deoarece stînjenește pe de o parte procesul de acumulare al zahărului în boabe (îngreuiază fotosinteza), iar pe de altă parte diluează conținutul acestuia prin creșterea procentului de apă.

Cel mai dăunător este excesul de precipitații ce precede o perioadă de secetă, mai ales în intervalul 20 august—10 septembrie, cînd se produce pleznirea pieliței boabelor și dezvoltarea rapidă a mucegaiului. În această situație producția descrește și se degradează (exp. toamna anului 1968).

Toate procesele de maturare a strugurilor decurg normal dacă temperatura medie a aerului nu scade în această perioadă sub 19°—20°C.

Procesul de fotosinteză, adică producerea de materie organică, este influențat atît de factorul termic cît și de lumină, iar ritmul de acumulare al acesteia depinde de diferența dintre cantitatea produsă prin fotosinteză și cea consumată prin respirație.

În cursul zilei ambele procese au loc concomitent, fotosinteza însă primează asupra respirației. Noaptea o parte din materia organică, acumulată în timpul zilei, este distrusă prin fenomenul de respirație. Astfel, nopțile lungi și călduroase micșorează calitatea recoltelor. Cele mai superioare producții sînt obținute cînd zilele călduroase alternează cu nopți răcoroase (P a p a d a k i s 1966).

Majoritatea cercetătorilor socotesc că temperaturile medii diurne cuprinse, între 30°—36°C, încetinesc procesele fiziologice ale acestei plante, iar cele peste 36°—40°C le stînjenesc sau chiar le frînează, provocînd fenomene de ofilire sau opărire a frunzelor, uneori putînd determina chiar uscarea lor.

Unii autori (Azzi-1956, Arlery—1957) consideră ca limită superioară de rezistență a plantelor temperatura de 36°C pentru faza de creștere a boabelor și 32°—34°C pentru faza de maturare a lor. Această limită depinde de rezerva de umiditate a solului, ea deplasîndu-se către valorile cu atît mai ridicate, cu cît procentul de umiditate a solului este mai ridicat.

Pentru faza următoare, maturarea lemnului, cerințele plantelor devin minime pentru apă și exigența plantei față de factorul termic este sporită. Mulți cercetători consideră că temperatura de 12,5°C constituie pragul termic inferior pentru acest proces.

Iarna, rezistența viței de vie la temperaturi scăzute depinde, printre alți factori, de intensitatea înghețului, de durata lui, de gradul de coacere a lemnului și natura biologică a soiurilor. Mugurii de iarnă rezistă neîngropați pînă la —12°—15°C. Temperaturile de —18°—20°C, sînt de asemenea considerate ca limită de rezistență la ger a lemnului anual și chiar bianual la vițele europene. Lemnul multianual rezistă pînă la —25°C, sau chiar mai mult, în funcție de gradul de coacere a coardelor.

În cazul iernilor cu variații termice mari (ferestrele calde), după parcurgerea stadiului de repaus obligatoriu, plantele se decălesc, înghețînd cu ușurință la temperaturi mai puțin scăzute.

Capitolul

VI

Clima cîmpului — fitoclima

Generalități

Prin noțiunea de „clima cîmpului" se înțeleg toate categoriile de microclimat, formate sub influența tipului de sol, a lucrărilor agrotehnice și a particularităților biologice ale culturilor în diferite faze de vegetație.

Termenul de fitoclimă se folosește pentru caracterizarea condițiilor meteorologice din interiorul unui covor vegetal (fie el cultivat sau spontan).

Pentru a nu crea confuzii în înțelegerea fenomenelor respective, se prezintă pe scurt sfera de conținut a noțiunilor de climă, regim meteorologic, starea timpului, microclimă, clima cîmpului, fitoclimă și raporturile dintre ele.

Este cunoscut faptul că în învelișul de aer care înconjoară pămîntul denumit atmosferă, se produc neîncetat diferite procese și fenomene fizice, ca rezultat al transformărilor la suprafața terestră a fluxului de energie radiantă ce vine de la soare. Totalitatea acestor procese și fenomene, ce caracterizează starea fizică a atmosferei la un moment dat, constituie vremea. Ea se exprimă calitativ și cantitativ, prin elemente meteorologice, dintre care cele mai importante pentru viața și activitatea economică a omului sînt: precipitațiile, vîntul, temperatura, umezeala aerului, presiunea atmosferică etc. Între aceste elemente, care acționează concomitent, există o strînsă interdependență, ele influențîndu-se reciproc. În același timp, ele se caracterizează printr-o mare variabilitate în timp și spațiu, ceea ce determină continua schimbare a vremii.

Datorită marii variabilități a vremii de la o zi la alta, condiționată de numărul extrem de mare de combinații posibile între elementele ce o caracterizează; pentru precizarea climei dintr-un loc sînt necesare observații meteorologice pe o perioadă îndelungată de timp.

BCU ... UNIVERSITY LIBRARY

Clima unei regiuni rezultă din regimul meteorologic plurianual, determinat de interacțiunea dintre radiația solară, suprafața subiacentă și circulația atmosferică.

Prin „regim meteorologic" înțelegem totalitatea oscilațiilor periodice ale tuturor factorilor atmosferici pe lungi perioade de timp (ani, decenii, secole).

Între noțiunile de vreme (sau timp) și climă, există o mare deosebire. Vremea reprezintă starea fizică a atmosferei, dintr-un anumit loc, la un moment dat, concretizeată printr-o anumită îmbinare a elementelor meteorologice; iar clima este caracterizată prin regimul plurianual al vremii, care cuprinde nu numai condițiile predominante, ci în general toate condițiile de vreme posibile.

Sub influența neomogenității suprafeței subiacente active, se dezvoltă o serie de particularități locale ale climei, care pot diferi de condițiile climatice generale ale regiunii respective.

Clima acestor teritorii puțin întinse se numește microclimă. Astfel, se poate vorbi de microclimele pădurilor, poienilor, lacurilor, mlaștinilor, litoralului, orașelor, ogoarelor, lanurilor cultivate, grădinilor, viilor etc.

Prin microclimă se înțelege deci, toate schimbările pe care le suferă elementele meteorologice, sub influența variației reliefului, a vegetației, a stării solului, prezența apelor etc. pe suprafețe puțin întinse. Aceste modificări se produc în straturile inferioare ale aerului de lîngă sol.

Microclima este deci o noțiune mult mai generală decît clima cîmpului. Aceasta din urmă se referă numai la acele categorii de microclimă care se formează sub influența exclusiv a caracteristicilor terenurilor agricole, a lucrărilor agrotehnice de bază și de întreținere și a plantelor cultivate.

Vegetația influențează puternic caracteristicile microclimatului în care se dezvoltă și în acest fel se creează fitoclima. Rezultă că sfera de conținut a „fitoclimei" este întrucîtva diferită de aceea a „climei cîmpului".

În anumite situații, atît fitoclima cît și clima cîmpului se referă la aceleași categorii de microclimat. De exemplu; în cazul microclimei lanurilor cultivate, în diferite faze de vegetație, sensul noțiunii de „fitoclimă" și „clima cîmpului" se confundă.

În cazul modificărilor produse de starea solului și lucrările agricole înainte de însămînțare, vorbim de clima cîmpului, noțiunea de fitoclimă fiind improprie.

De asemenea, în cazul microclimei create sub influența vegetației spontane (pajiști, păduri), folosim noțiunea de fitoclimă, ca și în cazul lanurilor cultivate, noțiunea de clima cîmpului, apare improprie pentru această situație.

Studiile asupra regimului microclimatic sînt necesare pentru diferitele activități practice ale omului și în special agriculturii și viticulturii.

Observațiile asupra repartiției elementelor meteorologice pe verticală în stratul de aer din vecinătatea solului arată că schimbările bruște ale valorilor meteorologice, de la primii centimetrii de lîngă sol pînă la înălțimea de cîțiva zeci de cm., devin lente.

În condițiile normale de timp, pînă la înălțimea de 1,50—2,00 m, se produce un amestec între aerul care a fost sub influența unei suprafețe subiacente cu aerul care a suferit influența unei alte suprafețe subiacente vecine. De aceea, limita superioară a microclimei stratului de aer de lîngă sol, este considerată între înălțimea de 1,50—2 m.

După cum se știe la această înălțime sînt instalate și aparatele meteorologice pentru observații asupra temperaturii și umidității aerului, în adăposturi, la stațiile meteorologice.

Deoarece regimul meteorologic al stratului de aer de lîngă sol, este determinat de caracterul suprafeței subiacente, neomogenitatea acestei suprafețe determină diferențierile spațiale ale microclimatului.

Particularitățile microclimatului se manifestă într-un mod mai pronunțat în anumite condiții de timp. Astfel, caracteristicile de repartiție a căldurii, se manifestă în mod evident pe vreme calmă și senină.

În cazul unui vînt puternic, ceață și nor, diferențele microclimatice nu apar distincte.

Microclima stratului de aer din vecinătatea solului

Din cauza apropierii de suprafața activă, în stratul inferior al troposferei, se produc o serie de procese particulare, în directă legătură cu forma și proprietatea fizică a acestei suprafețe și cu condițiile amestecului turbulent.

În cele ce urmează se analizează influența acestora asupra temperaturii, umezelii aerului și vîntului.

Distribuția verticală a temperaturii aerului

Sub influența procesului de absorbție și emisie radiativă, apar în distribuția verticală a temperaturii aerului două tipuri distincte: de radiație și de insolație (fig. 46).

— Timpul de radiație (nocturn) se produce în urma proceselor de răcire a suprafeței active și este caracteristic orelor din timpul nopților senine și calme (fig. 46, curba 1). Potrivit acestui tip de variație, temperatura aerului crește cu înălțimea, iar gradienții termici verticali au valori negative (se produc inversiuni de temperatură). În timpul verii, tipul de radiație se stabilește după orele 20, intensificîndu-se în cursul nopții (mai ales atunci cînd cerul este senin). Iarna, acest timp de repartiție verticală a temperaturii aerului se manifestă aproape în tot cursul zilei.

— Tipul de insolație (diurn) este caracteristic zilelor de vară, fiind mai accentuat în prima jumătate a zilei. Se produce în urma încălzirii puternice a suprafeței active și a aerului de deasupra sa, sub influența bilanțului termic pozitiv; fluxul de radiație solară absorbită depășește pierderea de căldură

prin emisie radiativă. Potrivit acestui tip de variație (fig. 46, curba 2) temperatura aerului scade cu înălțimea. Descreșterea este bruscă în apropierea solului (gradienții termici verticali deosebit de mari) și din ce în ce mai lentă, pe măsură ce depărtarea față de supra fața subiacentă activă crește. Începînd de la înălțimea de 1,5 m în sus, influența directă a acesteia slăbește foarte mult, fapt ce a determinat alegerea nivelului de 2 m ca nivel standard de efectuare a măsurătorilor asupra temperaturii și umezelii aerului.

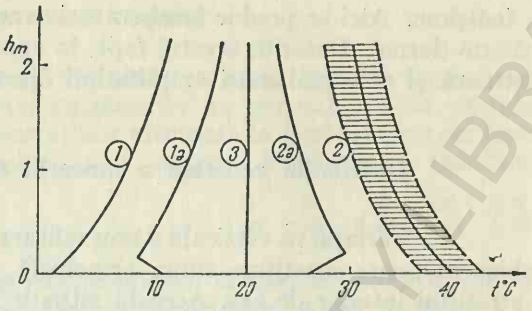


Fig. 46 — Tipurile de distribuție verticală a temperaturii aerului

Între cele două tipuri de repartiție verticală a temperaturii aerului, există diferite tipuri de tranziție, provocate de o serie de fenomene meteorologice locale.

Astfel, în timpul nopții, în urma depunerilor de rouă, căldura latentă de evaporare, eliberată prin condensarea vaporilor de apă, produce o foarte ușoară creștere a temperaturii aerului din imediata apropiere a suprafeței active (fig. 46, curba 1 a).

După răsăritul soarelui, în primele ore ale dimineții, o dată cu încălzirea suprafeței active și a aerului de deasupra sa, se produce evaporarea picăturilor de rouă de pe iarbă. Din această cauză se consumă o cantitate de căldură, fapt care provoacă scăderea temperaturii aerului din vecinătatea suprafeței subiacente — active (fig. 46 curba 2 a).

Momentul trecerii de la tipul de insolație (tipul de zi) la cel de radiație (tipul de noapte) corespunde destul de bine înălțimii soarelui într-un unghi de 10—15° deasupra orizontului. Acest fapt prezintă importanță deosebită pentru stabilirea perioadei anului, cînd inversiunea termică constituie în general tipul normal de distribuție a temperaturii aerului, chiar în cursul zilei.

Cînd cerul este acoperit de nori, încălzirea sau răcirea suprafeței terestre slăbește, iar gradienții termici verticali se micșorează. În timpul advecțiilor puternice (vînt tare), care determină un amestec turbulent intens, temperatura suprafeței active poate fi asemănătoare cu aceea a aerului de deasupra sa. În această situație, gradienții termici verticali sînt egali cu zero, din care cauză se produce izotermia verticală (fig. 46, curba 3).

Măsurătorile efectuate cu aparate sensibile au arătat că profilele expuse în figura 46 indică numai o distribuție medie. În realitate, datorită schimbului neîncetat de energie dintre atmosferă și complexul fizico-geografic, curbele de variație (de exemplu, curba 2, din fig. 46) nu se prezintă liniar ci zonal, sub forma unei benzi de oscilație.

Din cele prezentate rezultă că, în general, temperatura aerului din stratul inferior este mai mare în timpul zilei și mai mică în cursul nopții, decît

la înălțime. Aici se produc temperaturi (vara) cele mai ridicate și cele mai scăzute (iarna). Datorită acestui fapt, în apropierea suprafeței active se înregistrează și cele mai mari amplitudini diurne și anuale.

Distribuția verticală a umezelii aerului

Variația pe verticală a umezelii aerului depinde de natura suprafeței subiacente, care constituie sursa principală de alimentare cu vapori de apă a stratului inferior de aer. Această situație face ca umezeala aerului să fie în general mai mare lîngă sol. Ca și profilul celorlalte elemente, distribuția verticală a umezelii aerului este strîns legată de intensitatea schimbului din apropierea suprafeței active, precum și de temperatura aerului (în special variația umezelii relative).

Tipurile distribuției verticale ale umezelii absolute sînt redate în figura 47.

Datorită apropierii de suprafața activă, aerul devine mai umed (fig.47, curba 1) mai ales atunci cînd aceasta este umezită (în special în prima jumătate a zilei). Deasupra suprafeței uscate și a rocilor cu un conținut mic de umezeală, gradientul vertical al umezelii absolute este foarte mic (fig. 47, curba 2). Noaptea, în urma condensării și depunerii vaporilor de apă sub formă de precipitații de contact (rouă, brumă) aerul din stratul inferior poate rămîne ceva mai uscat (fig. 47, curba 3). În timpul advecției puternice, din cauza amestecului turbulent intens, distribuția verticală a umezelii absolute este aproape uniformă (fig. 47 curba 4).

În legătură cu repartiția verticală a umezelii relative a aerului, trebuie arătat că variația diurnă și anuală a acestui element este opusă celei a temperaturii aerului. Maximul diurn de umezeală relativă se produce, de regulă, imediat după răsăritul soarelui, aproape în același timp în care se observă și minimul de temperatură; iar cel anual se produce iarna. Valorile cele mai scăzute ale umezelii relative a aerului se înregistrează vara în timpul zilei.

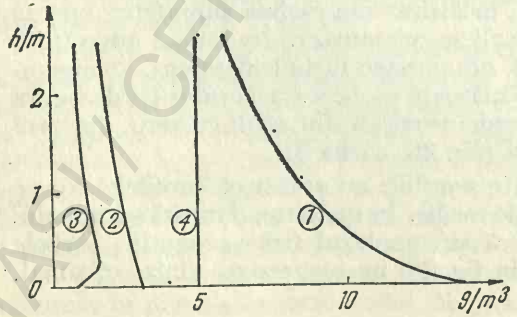


Fig. 47 — Tipurile de distribuție verticală a umezelii absolute a aerului

Tipul de distribuție verticală, cel mai frecvent întîlnit deasupra tuturor suprafețelor umede, este asemănător curbei 1 din figura 47 în care valorile cele mai ridicate ale umezelii relative se situează în apropierea suprafeței active. Cel de al doilea tip, localizat deasupra terenurilor încinse în orele de la amiază, are forma curbei 3 din aceeași figură.

Distribuția verticală a vitezei vîntului

Profilul vertical al vitezei vîntului este strîns legat de intensitatea advecției și rugozitatea suprafeței subiacente. În general, viteza vîntului crește cu înălțimea. În urma observațiilor efectuate la Postdam, pe un teren neted, în intervalul iulie-octombrie s-au obținut următoarele rezultate.

— înălțimea (în cm.)	5	25	50	100	200
— viteza vîntului (în m/s)	1,30	2,01	2,44	2,84	3,33

Reducerea vitezei vîntului în stratul inferior de aer, se datorește contracurenților care se produc în urma frecării particulelor de aer în mișcare cu obstacolele și neregularitățile suprafeței terestre.

Din cele arătate rezultă că sub influența suprafeței subiacente — active, majoritatea elementelor meteorologice prezintă în stratul de aer din vecinătatea solului, o distribuție verticală aproximativ logaritmică.

Tipurile principale de distribuție verticală prezentate suferă însă o serie de modificări, sub influența caracteristicilor fiecărui complex fizico-geografic în parte.

Factorii care determină clima cîmpului

Clima cîmpului este influențată de următorii factori principali:

— proprietățile fizice ale suprafeței subiacente (solul sau învelișul vegetal);
— configurația și orientarea terenului;
— fenomenul amestecului turbulent;
— prezența bazinelor sau a altor surse de apă;
— învelișul vegetal.

Proprietățile fizice ale suprafeței subiacente

Suprafața subiacentă reprezintă factorul care influențează cel mai mult particularitățile microclimatice ale stratului de aer de lîngă sol.

Astfel, culoarea suprafeței subiacente determină o anumită capacitate de reflectare a radiației incidente, adică un albedou caracteristic. Datorită acestui fapt, terenurile de culoare închisă cu albedoul mic și putere de absorbție mare pentru radiație, se vor încălzi mai puternic în cursul zilei decît cele de culoare deschisă, din care cauză și temperatura aerului de deasupra lor este mai mare. Noaptea însă, aceste soluri sînt caracterizate printr-o emisie radiativă intensă și ca urmare printr-o răcire accentuată. Amplitudinea diurnă a temperaturilor pe terenurile cu albedoul mic, este mai mare decît aceea pe terenurile cu albedoul mare (culoarea deschisă). Gradul de încălzire și răcire a suprafeței solului depinde în afară de capacitatea sa radiativă (de absorbție

și emisie a radiațiilor solare) și de căldura sa specifică, de umiditate, coeficientul de conductibilitate termică etc.

Deoarece în cazul solurilor umede, o parte din căldura solară este consumată în procesul de evaporare a apei conținute, temperatura suprafeței sale este mai moderată decît în cazul solului uscat (diferența între temperaturile externe fiind mai mică).

Învelișul solului constituie un alt factor care influențează microclima locului.

Sub acțiunea unui covor vegetal compact, influența suprafeței solului asupra microclimei, poate fi aproape complet exclusă, rolul de suprafață activă fiind preluat parțial sau chiar integral de acesta. În acest caz, suprafața lanului devine suprafață activă.

Vegetația, ca sursă activă, se comportă cu totul diferit în comparație cu solul. Din această cauză, procesele radiative, schimbările calorice și de umezeală dintre solul acoperit cu vegetație și cel dezgolit, se deosebesc în mod evident. Mai mult chiar, există deosebiri sensibile și între suprafețele acoperite cu diferite tipuri de asociații vegetale (iarbă, culturi-agricole, pădure). Influența stratului vegetal asupra microclimatului se manifestă și prin slăbirea schimbului turbulent, în interiorul său. Prezența sau lipsa stratului de zăpadă exercită o influență puternică asupra particularităților microclimatice din acel loc. Această influență se datorește îndeosebi albedoului foarte ridicat al zăpezii (deci capacitatea mare de reflectare a radiațiilor solare) și slabei conductibilități termice care asigură stratului de zăpadă rolul de termoizolator.

Configurația și orientarea terenului

Configurația și orientarea terenului constituie un alt factor cu acțiune importantă asupra formării microclimatului unui loc, influențînd în mod special repartiția radiației solare, temperatura solului și aerului, vîntul și precipitațiile.

Spre deosebire însă de influența macroreliefului în procesul de formare a climei, în care rolul important revine înălțimii și orientării acesteia față de direcția de deplasare a maselor de aer, influența microreliefului asupra climei cîmpului se manifestă în special prin deosebirile de expoziție față de radiațiile solare, precum și prin caracteristicile locale ale formelor de relief.

Microrelieful pozitiv—microclima din jurul unei movile

Repartiția temperaturii solului și a aerului. În cursul nopții, în urma procesului de răcire a suprafeței active a plantelor prin emisie radiativă, scade și temperatura aerului aflat în contact cu movila. Acesta, devenind mai greu decît aerul înconjurător, alunecă spre părțile mai joase, fiind înlocuit de aerul mai cald din atmosfera liberă. În urma stratificării din timpul nopții, aerul mai rece se așterne la baza movilei, iar deasupra rămîne aerul mai cald, în care este înglobată și partea superioară a movilei. Izotermele, care pun în

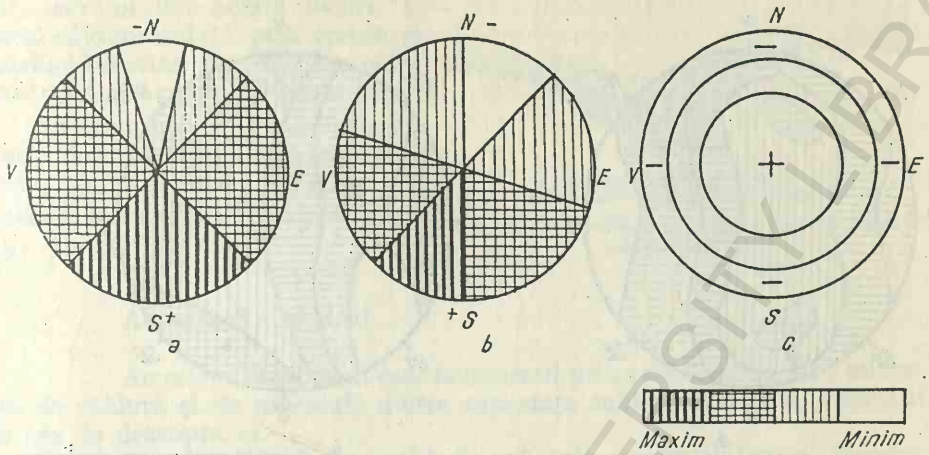


Fig. 48 — Repartiția radiației solare și a temperaturii aerului deasupra unei movile: *a* — repartiția radiației solare; *b* — repartiția temperaturii aerului și solului în cursul zilei; *c* — repartiția temperaturii aerului și solului în timpul nopții

evidență repartiția temperaturii aerului, vor înconjura movila în mod asemănător curbelor de nivel (fig. 48).

În cursul zilei, cu toate că fluxul radiativ se repartizează în mod simetric de o parte și de alta a meridianului locului (fig. 48 a) distribuția temperaturii solului și aerului nu rămîne simetrică. Astfel, deși pantele estice și cele vestice primesc aproximativ aceeași cantitate de energie radiantă, procesul de încălzire a suprafeței solului și aerului de deasupra lor se desfășoară în condiții diferite. Dimineața, razele solare cad pe panta estică, cu solul rece și umezit de roua depusă în cursul nopții.

Suprafața solului nu se încălzește imediat, deoarece energia calorică se consumă inițial în procesul evaporării picăturilor de rouă. Ulterior, după uscarea pantei estice, razele solare părăsesc acest sector, iluminînd panta sudică. După amiază, razele cad pe panta vestică, unde solul a fost în prealabil uscat și încălzit în cursul zilei în contact cu aerul cald.

Drept rezultat, la o aceeași intensitate a energiei radiante, panta vestică se încălzește mai mult decît cea estică. Datorită acestui fapt, sectorul cel mai cald al movilei este orientat spre sud-vest, iar cel mai rece spre nord-est (fig. 48).

Uneori, deosebirile termice ale diferitelor pante sau versanți sînt atît de pronunțate, încît ele pot influența vegetația, plantele iubitoare de căldură dezvoltîndu-se în partea superioară a pantelor sud-vestice, iar cele iubitoare de temperaturi scăzute, în partea inferioară, dinspre nord-est.

Distribuția vitezei vîntului în jurul movilei. Influența microreliefului se resimte și asupra curenților de aer. În figura 49 a, este reprezentată deformarea pe care o suferă vîntul la trecerea peste o movilă. La întîlnirea acesteia se produce devierea curenților de aer pe părțile laterale. În aceste zone se

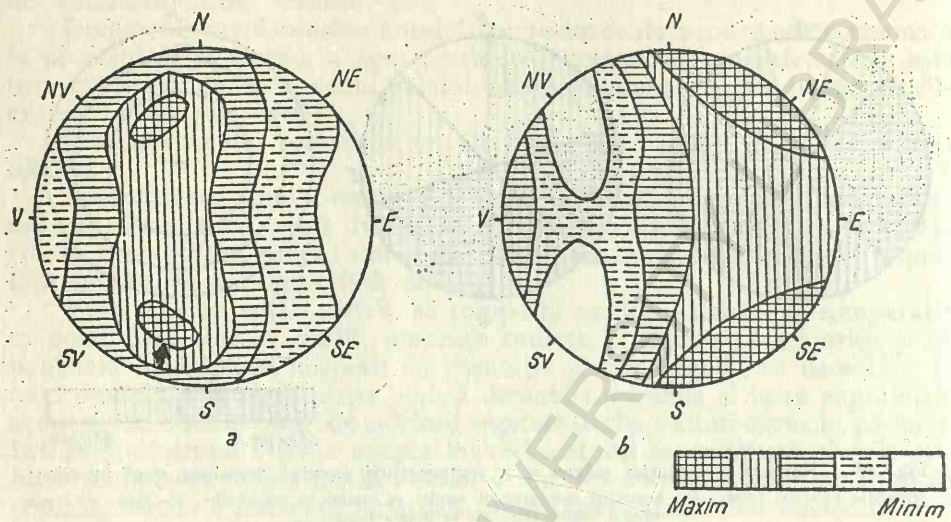


Fig. 49 — Repartiția vîntului și a precipitațiilor deasupra unei movile:
a — viteza vîntului; *b* — cantitatea de precipitații

localizează intensitatea maximă a vîntului. În spatele movilei se produc contracurenți care formează o zonă de calm.

Influența microreliefului asupra precipitațiilor. Repartiția precipitațiilor deasupra unei movile este direct legată de distribuția vitezei vîntului. În zonele cu intensificarea curenților de aer, se produce spulberarea și transportul intens al picăturilor de apă și al fulgilor de zăpadă, iar în partea adăpostită are loc depunerea acestora. Repartiția cantitativă a precipitațiilor deasupra movilei este inversă, în raport cu intensitatea vîntului (fig. 49). Această repartiție pune în evidență faptul că influența microreliefului asupra precipitațiilor este opusă celei exercitată de macrorelief, care determină căderea cantității maxime de precipitații pe partea expusă vîntului și a celor minime în zona adăpostită.

Microrelieful negativ

În formele joase ale terenurilor, în timpul nopții, se acumulează și stagnează aerul răcit prin emisie radiativă (fig. 50). Aici predomină calmul și vînturile slabe (schimbul turbulent fiind redus). Din această cauză, înghețurile timpurii de toamnă și tîrzii de primăvară sînt mai frecvente, iar inversiunile termice în perioada rece durează uneori zile în șir.

Ziua (în special în anotimpul cald), aerul din formele concave se încălzește mai mult, fapt ce determină mărirea amplitudinii diurne și anuale a temperaturii. În șanțurile înguste și adînci, un rol important pentru tempera-

tura aerului din aceste locuri, îl joacă căldura cedată prin emisie și conductibilitatea termică, de către straturile mai calde din profunzime.

În locurile joase, se acumulează iarna mari cantități de zăpadă, iar în perioada caldă se colectează apa din precipitații și scurgere (fig. 51).

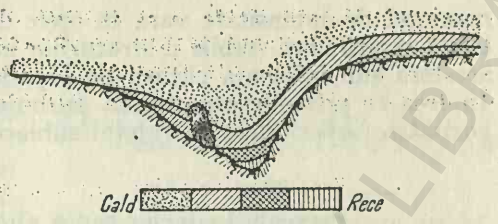


Fig. 50 — Stratificarea aerului rece în formele concave de relief

Amestecul turbulent

Amestecul turbulent este fenomenul prin care se realizează schimbul de căldură și de umezeală dintre suprafața subiacentă-activă și stratul de aer de deasupra ei.

Cantitatea de căldură transmisă de sol, prin conductibilitatea termică moleculară, stratului de aer aflat în contact cu el, precum și cea de umezeală transmisă prin difuzia moleculară, sînt neînsemnate. Unul din factorii principali, care condiționează evidențierea particularităților climatice ale cîmpului, este amestecul turbulent.

Mișcarea turbulentă se dezvoltă sub influența a două cauze:

— Turbulența termică (sub forma curenților de convecție termică), se datorește încălzirii diferite a aerului în contact cu suprafețe subiacente neomogene, sub influența cărora se produc curenții ascendenți și descendenți.

— Turbulența dinamică (sub formă de mici vîrtejuri) este provocată îndeosebi de mișcarea aerului pe orizontală și de frecarea lui cu asperitățile suprafeței subiacente, precum și de frecarea particulelor de aer între ele, determinată de viteza diferită a acestora. În cele mai multe situații, turbulența termică și cea dinamică acționează simultan.

Datorită acestor cauze, aerul din stratul interior numit și stratul perturbațiilor, se află în continuă agitație. În acest amestec turbulent nu este antrenat numai aerul și vaporii de apă; chiar pulberile și impuritățile mobile de sol sînt ridicate dinamic în timpul advecției și transportate în orele de insolație pînă la înălțimi apreciabile.

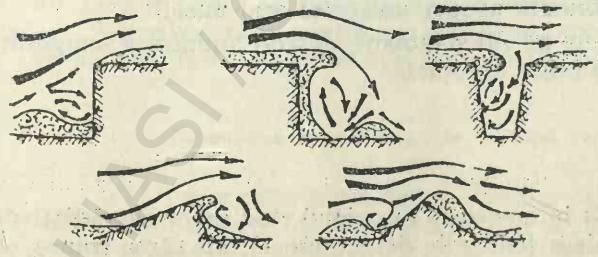


Fig. 51 — Acumularea zăpezii în jurul denivelărilor mici de nivel

În urma răcirii prin radiație a suprafeței solului și după încetarea advecției și slăbirea convecției termice, particulele solide aflate în suspensie, sub acțiunea gravitației, coboară pe suprafața activă.

Fenomenul de turbulență termică atinge

maximul de intensitate vara în orele de după amiază. În cursul iernii, datorită stratificării stabile a straturilor inferioare de aer, provocate de răcirea acestora sub influența păturii de zăpadă, turbulența termică este minimă. În ceea ce privește intensitatea turbulenței dinamice, ea depinde de rugozitatea (asperitatea) suprafeței subiacente și mai ales de viteza vîntului.

Prezența bazinelor sau a altor surse de apă

Influența exercitată de prezența unui bazin de apă sau a apelor curgătoare, asupra microclimei uscatului, depinde de mărimea, adîncimea, forma malurilor ca și de condițiile de temperatură. Particularitățile microclimatice sînt cauzate de diferențele existente între condițiile de încălzire și răcire a uscatului și a apei, de evaporația de la suprafața lor, de circulația brizelor etc. Brizele acționează ziua de la suprafața apei spre uscat și noaptea de la uscat spre apă. Ele se întîlnesc în preajma unor lacuri și rîuri cu suprafață mare de apă (ex. Dunărea, Siretul, Amara, Greaca, Suhaia etc.).

Influența unor bazine relativ mici (iazuri, bazine de retenție pentru irigații) se răsfrînge asupra uscatului la cca. 2—5 km, cînd malul e neted, plan sau cu înclinare mică. Cînd malul are un unghi de înclinare mai mare, se resimte doar la 0,5—1,0 km; dacă uscatul prezintă grade de fragmentare accentuate, atunci influența apei nu se mai observă începînd cu prima colină.

Influența exercitată de prezența apei, asupra microclimei, este evidentă în nopțile senine, cînd circulația brizelor asigură un bun amestec al aerului, ridicînd valorile temperaturilor minime. De aceea, pe malurile bazinelor de apă înghețurile sînt mai rare și mai slabe.

În timpul verii, bazinele de apă se încălzesc mult și păstrează căldura, de aceea pe malurile lor durata perioadei fără îngheț se mărește cu cca. 10—12 zile, comparativ cu zonele situate mai departe.

Pe insulele cursurilor de apă, durata perioadei fără îngheț se mărește aproape cu o lună, iar valorile temperaturilor extreme, sînt mult atenuate; așa se explică prezența unor culturi de origine sudică în aceste locuri (ex. smochinul, rodiile, din fosta insulă Ada-Kaleh, sau din imediata vecinătate a Dunării, la Ostrov).

Spre deosebire de apele naturale, bazinele artificiale, care au o adîncime mai mică, au și zona de influență asupra uscatului mai mică.

Unele bazine de apă făcute pe văi și crovuri, deseori anihilează scurgerile dăunătoare de aer rece în lanurile apropiate.

Învelișul vegetal

Vegetația ierboasă influențează în primul rînd procesele radiative. În cazul culturilor agricole dese (culturile de graminee), ale căror frunze, și tulpini sînt aproape verticale (asemănător cu o perie deasă de sus pînă jos) nu se mai poate vorbi de o singură suprafață activă, ci de un strat activ cu

două suprafețe; una superioară la înălțimea frunzelor și alta inferioară, la suprafața solului.

În cazul plantelor cu frunze late, cele două suprafețe active se evidențiază foarte clar și în raport cu desimea plantelor, rolul principal îl joacă fie suprafața superioară a frunzelor, fie suprafața solului.

Vegetația ierboasă influențează în al doilea rînd, fenomenul de amestec prin turbulență dinamică. Stratul vegetal, constituind un obstacol în calea curenților de aer micșorează viteza vîntului, reducînd prin aceasta și intensitatea schimbului turbulent. Într-o cultură înaltă și densă de graminee, schimbul vertical de aer este mult îngreunat din cauza frecării aerului cu frunzele și tulpinile. (Este cunoscut caracterul înăbușitor al aerului dintr-un lan înalt de porumb în plină vegetație, datorită conținutului mare de vapori de apă).

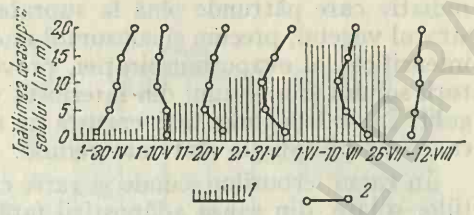


Fig. 52*a* — Repartiția temperaturii aerului în lanul de secară și cîmp fără însămînțări (26. VII—12. VIII) *noaptea* la diferite înălțimi:
1 — înălțimea secarei; *2* — evoluția temperaturii

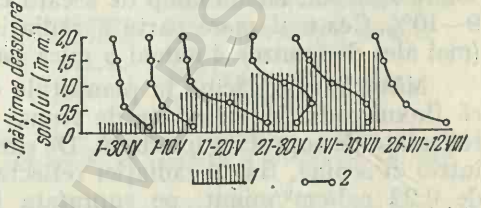


Fig. 52 *b* — Repartiția temperaturii aerului în lanul de secară și cîmp fără însămînțări (26. VII—12. VIII) — *la amiază*, la diferite înălțimi:

1 — înălțimea secarei; *2* — evoluția temperaturii (după Geiger 1950)

Caracterul modificator produs de covorul vegetal se schimbă de-a lungul perioadei de vegetație a plantelor. Astfel, în cazul culturilor agricole în primele faze de vegetație, influența plantelor asupra climei este atît de slabă, încît aceasta practic nu se deosebește de clima cîmpului necultivat (fig. 52). Pe măsură ce plantele se dezvoltă, influența lor asupra condițiilor meteorologice devine din ce în ce mai pregnantă, creîndu-se treptat fitoclima anului respectiv. Particularitățile fitoclimatice ale lanurilor cultivate depind de: stadiul de vegetație, vigurozitatea plantelor, distribuția lor în spațiu, densitatea și orientarea rîndurilor etc.

În acest fel, în interiorul și deasupra învelișului vegetal, regimul elementelor meteorologice se deosebește esențial de cel al cîmpului liber.

Se analizează în continuare specificul proceselor radiative, regimul termic și de umiditate al aerului din interiorul covorului vegetal.

Pătrunderea razelor solare în învelișul vegetal

Înlocuirea suprafeței subiacente printr-un strat care reduce puternic bilanțul radiativ al suprafeței solului și slăbește schimbul turbulent, constituie principala caracteristică a microclimei vegetației ierboase, de care sînt strîns legate și celelalte particularități fitoclimatice. Astfel, slăbirea fluxului

radiativ care pătrunde pînă la suprafața solului, umbrirea acestuia de către stratul vegetal, precum și consumul unei mari cantități de căldură în procesul intensificat al evapotranspirației, provoacă în cursul zilei scăderea temperaturii solului și a aerului din interiorul vegetației ierboase față de cîmpul dezgolit. În același timp, temperatura nu atinge valori maxime excesive din care cauză amplitudinile sînt mai reduse.

În cazul ierburilor scunde și rare, care nu stînjenesc pătrunderea radiațiilor solare, din cauza adăpostirii față de vînt, se constată încălzirea foarte intensă a suprafeței solului, a cărei temperatură poate depăși cu peste 10°C, pe cea a suprafeței terenului descoperit, supus ventilației.

După datele obținute de Sapojnikova (1950), un înveliș des de timoftică, avînd o înălțime de 50 cm lasă să treacă numai 20% din razele solare spre sol, iar un cîmp de secară cu o înălțime de 75 cm, mai puțin de 9—10%. Cea mai mare parte a radiației este absorbită de masa vegetativă (mai ales de frunze) și numai o mică parte este reflectată în atmosferă.

Măsurătorile, făcute în plantațiile de viță de vie de la Murfatlar, arată că fluxul radiației reflectate de frunze este mai mare decît fluxul radiației reflectate de suprafața înierbată. De exemplu, în luna august 1966, la amiază într-o zi senină, fluxul radiației reflectate a fost de 0,26 cal/cm²/minut, față de 0,22 cal/cm²/minut, pe suprafața înierbată.

La această cultură, frunzele fiind așezate în mai multe etaje, apare și fenomenul de reflexie multiplă a radiației primită de frunze. Valoarea albedoului, măsurat deasupra viței de vie, este mai mare decît acela găsit deasupra unei suprafețe înierbate; 19% în iunie și 21% în august, față de 18% cît arată suprafața înierbată în ambele luni.

Albedoul pădurilor de brad se ridică la cca. 12%, al celor de foioase la 15%, iar al lanurilor de cereale păioase ajunge pînă la 25—30% în perioada de creștere maximă.

O mare parte din radiațiile absorbite de masa vegetală este consumată în procesul de evapotranspirație. Într-un lan cu distribuția rară a plantelor, se consumă în acest proces circa 80—90 calorii/cm², pe cînd într-un lan compact, consumul ajunge pînă la 200—220 calorii/cm². În primul caz cea mai mare parte a radiațiilor absorbite de masa vegetativă se consumă pentru încălzirea solului și aerului și numai o mică parte pentru evapotranspirație.

În al doilea caz, consumul energiei radiațiilor pentru evapotranspirație este maxim, ceea ce determină o încălzire mult mai slabă a aerului și solului.

Pentru a ilustra raportul dintre cantitatea radiațiilor consumate pentru încălzirea aerului, față de aceea consumată pentru evapotranspirație, se prezintă variațiile bilanțului termic în cultura grîului de toamnă în cursul vegetației de primăvară.

În figura 53 se observă că raportul dintre cantitatea de căldură folosită pentru încălzirea aerului și aceea folosită pentru evaporație, se schimbă permanent în funcție de faza de vegetație. Se observă că, în perioada de transpirație maximă (formarea și creșterea paiului—21—25 mai) numai 11% din căldura provenită din radiații participă la încălzirea aerului, restul se con-

sumă pentru evaporație. Către maturizarea plantelor raportul se schimbă: 64% din radiații se consumă pentru încălzirea aerului și restul în evaporație.

Regimul termic, umiditatea și mișcarea aerului în învelișul vegetal

Din considerentele amintite (albedoul intens și consumul unei cantități de radiații pentru transpirație), temperatura solului și aerului în lan este mai scăzută față de aceea din cîmpul deschis.

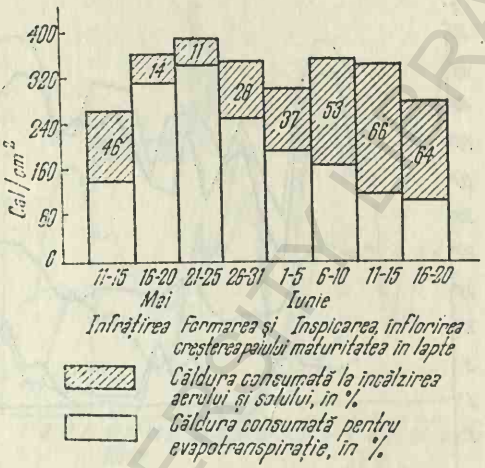


Fig. 53 — Variațiile bilanțului termic în cursul perioadei de vegetație a grîului (în Cal/cm²)

De asemenea deficitul de saturație a aerului din lanuri sub influența masei vegetative a diferitelor culturi, prezintă particularități distincte. Astfel, din figura 54 se observă că valorile cele mai scăzute le găsim în lanul de cartofi și porumb, crescînd simțitor pe ogorul negru.

Diferențierile dintre temperatura solului în livadă și cea din teren liber, ca și diferențele de temperatură maximă din coronament și cea de la stația meteorologică apropiată, sînt redate în figura 55. Astfel, se observă că începînd cu nivelul de 2 m deasupra solului, aceste diferențieri se estompează.

Influența masei vegetative asupra regimului termic din lan rezultă și din figura 56, în care se prezintă valorile comparative ale temperaturii solului în diferite faze de vegetație ale grîului și porumbului.

Din tabelul 28, apare evident că odată cu creșterea masei vegetative, scade și temperatura solului la diferite adîncimi.

Modificările factorului termic în culturi, depinde în mare măsură, de faza de vegetație. Din tabelul prezentat rezultă, că în prima parte a lunii iunie,

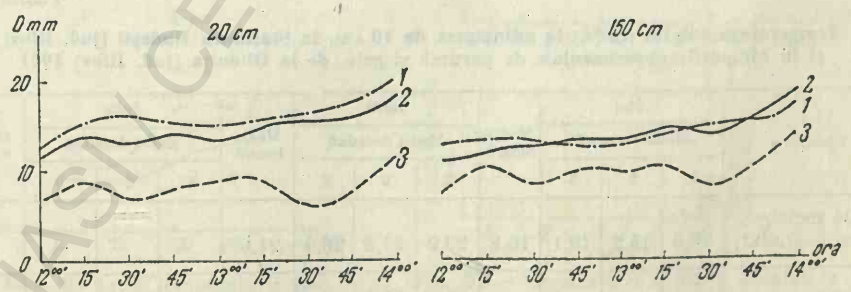


Fig. 54 — Deficitul de saturație a aerului la nivelele de 20 și 150 cm în diferite condiții fitoclimatice (timp senin și calm) — Suceava, 13—16. VII. 1963, cartof (*3*) — ogor negru (*1*) — porumb (*2*)

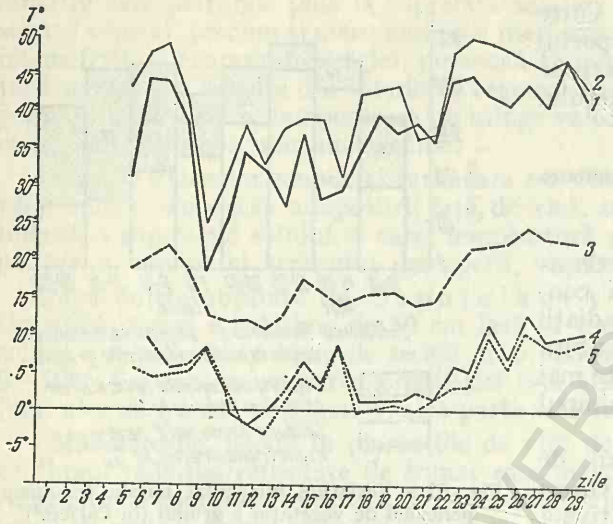


Fig. 55 — Variațiile regimului termic în plantațiile pomicole:
1 — temp. max. la 1,50 m; *2* — temp. max. la 2,75 m; *3* — temp. medie ; *4* — temp. minimă la 1,50 m; *5* — temp. minimă la 2,75 m

într-un lan de grîu în plină vegetație, temperatura solului la 10 cm adîncime era cu 2—5°C mai scăzută, decît în lanul de porumb care nu acoperea complet solul la acea dată.

Pe măsură ce plantele de grîu intră în faza de maturitate deplină, își micșorează corespunzător capacitatea de transpirație, iar cele de porumb își dezvoltă foliajul deci, își măresc capacitatea de transpirație între culturi, diferențele de temperatură devin din ce în ce mai mici. După recoltarea lanului de grîu situația se inversează (fig. 57).

Fenomenul de transpirație, prin care plantele elimină vapori de apă în spațiul înconjurător și temperatura mai scăzută a aerului, determină o creștere a umidității relative în lan în comparație cu cîmpul deschis, iar micșorarea sensibilă a vitezei vîntului contribuie la păstrarea acesteia.

Cercetările efectuate pînă în prezent în țara noastră au demonstrat că diferențele de umiditate a aerului, în lanul de porumb, în comparație cu cîmpul deschis, sînt mai evidente în perioadele de secetă. În aceste perioade, în lanul de porumb, umezeala aerului este cu 10—15% mai ridicată decît în cîmpul deschis; în perioadele ploioase diferențierile de umiditate se reduc sensibil (fig. 58).

Tabelul 28

Temperatura solului (în °C) la adîncimea de 10 cm, la Stațiunea Budești (jud. Ilfov) și în cîmpurile experimentale de porumb și grîu, de la Oltenița (jud. Ilfov) 1961

Platforma	Mai			Media lunară	Iunie			Media lunară	Iulie			Media lunară
	Media decadică				Media decadică				Media decadică			
	1	2	3		1	2	3		1	2	3	
Stație meteo (teren degradat)	16,0	15,2	19,1	16,8	23,9	24,3	26,0	24,6	—	—	—	—
Porumb	—	—	—	—	23,6	23,9	23,6	23,7	23,1	23,1	23,4	23,2
Grîu	—	15,8	17,6	—	21,0	21,2	21,2	21,1	25,1	25,8	26,7	25,8

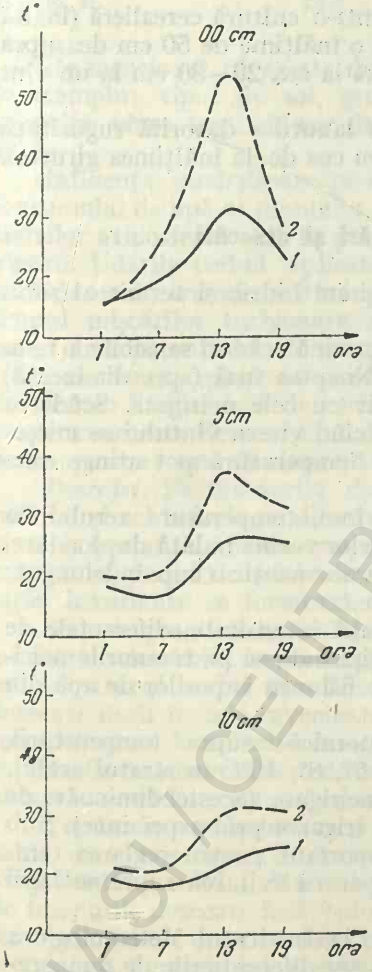


Fig. 56 — Evoluția temperaturii solului la diferite adîncimi în lanurile de grîu (*1*) și porumb (*2*) pe timp senin și fără vînt — Bragadiru, 1. VI. 1962

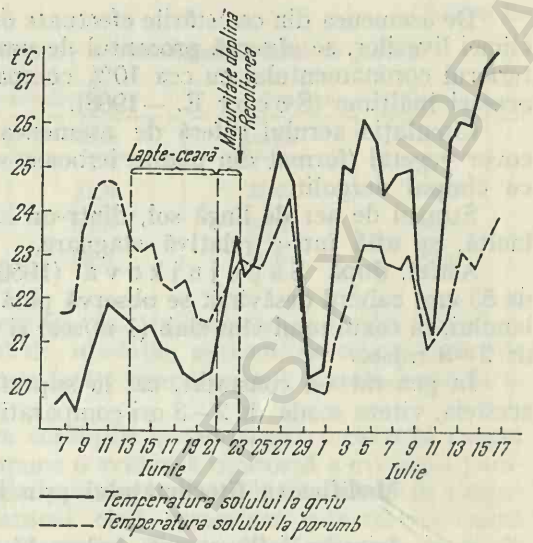


Fig. 57 — Variațiile temperaturilor în lanurile de grîu și porumb

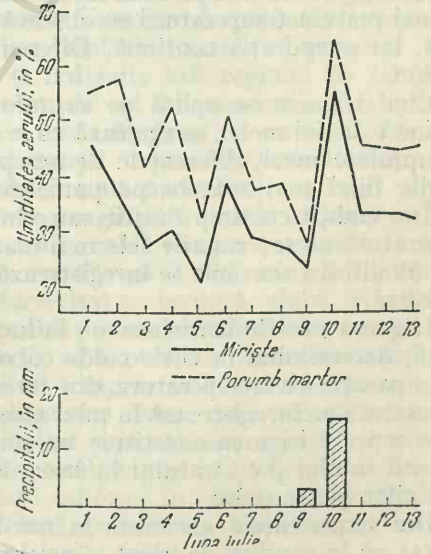


Fig. 58 — Umezeala relativă a aerului la ora 13 în lanul de porumb și miriște

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

De asemenea din cercetările efectuate de noi, pînă în prezent asupra fitoclimei livezilor, se observă procentul de umezeală relativ mai ridicată în interiorul coronamentului cu cca 10% comparativ cu cel din teren deschis la aceeași înălțime (S o c o r E. —1968).

Circulația aerului suferă de asemenea modificări importante într-un covor vegetal (format din plante ierboase sau arborescente), în comparație cu cîmpul dezgolit.

Stratul de aer de lîngă sol, dintr-un lan de păioase sau dintr-o pajiște înaltă, se află într-o relativă stagnare.

Astfel, după S a p o j n i k o v a (1950) într-o cultură cerealieră (înaltă de 55 cm) calmul desăvîrșit se observă pînă la o înălțime de 50 cm deasupra lanului, în cazul unui vînt slab (1 m/sec) și pînă la cca 20—30 cm la un vînt de 2—3 m/sec.

În general s-a constatat, că, la suprafața lanurilor datorită rugozității acesteia, viteza scade de 2—3 ori comparativ cu cea de la înălțimea giruetei.

Modificarea fitoclimatului prin irigări și desecări

Irigarea influențează îndeosebi regimul hidric și termic al solului și al stratului de aer de lîngă sol.

În incintele irigate evaporația intensă determină scăderi sensibile a temperaturii solului și a aerului, în timpul zilei. Noaptea însă (spre dimineață) lanurile irigate se răcesc mai încet comparativ cu cele neirigate. Scăderea cea mai mare a temperaturii se observă seara, cînd viteza vîntului se micșorează, iar evaporația continuă. Diferențele de temperatură pot atinge uneori 30°C.

Cînd irigarea se aplică pe suprafețe restrînse, temperatura aerului, la înălțimea de doi metri, se egalează cu cea a zonelor vecine îndată după udare. Pe suprafețe mari, diferențele de temperatură se mențin timp îndelungat; valorile fiind mai scăzute pe parcelele irigate.

În condiții cu timp liniștit sau vînt de slabă intensitate, diferențele de temperatură cresc; valorile cele mai mari înregistrîndu-se pe terenurile neirigate. Modificări sensibile se înregistrează și în tensiunea vaporilor de apă din atmosferă.

Irigarea are de asemenea o influență puternică asupra temperaturii solului, determinînd în zilele calde coborîri de 7°, 8°, 10°C în stratul arabil, în comparație cu temperatura din terenurile neirigate (aceste diminuări de temperatură se înregistrează în mod obișnuit la irigarea prin aspersiune). Sub aceste aspecte irigarea constituie un mijloc important pentru reglarea temperaturii solului și a stratului inferior de aer, pentru evitarea supraîncălzirii rădăcinilor și frunzelor.

Din experiențele efectuate la noi în țară, la Institutul Meteorologic a rezultat că în condiții de irigat și neirigat — în aer diferențierile de temperatură sînt destul de mari. Astfel, la înălțimea de 20 cm deasupra solului irigat, chiar în orele de amiază s-au înregistrat diferențe de 3°—5°C la temperatură și de 15—20% la umiditate atmosferică față de parcelele neirigate (tabelul 29).

Tabelul 29

Influența irigațiilor asupra condițiilor meteorologice în lanul de porumb

Intervalul dintre noduri	Temperatura aerului în °C		Umiditatea aerului în %	
	neirigat	irigat	neirigat	irigat
În prima zi	36,6	31,6	27,0	46,0
A doua zi	34,0	30,9	36,0	50,0
A zecea zi	29,0	26,0	30,0	35,0

De menționat că aceste diferențieri sînt influențate și de alți factori ca de exemplu: tipul de sol, gradul de insolație, sistemul de udare, sursa de apă (din pînza freatică sau de suprafață), timpul udării, durata acesteia și altele.

Influența covîrșitoare pe care condițiile meteorologice o exercită asupra consumului de apă al plantelor, impune o evidență riguroasă a evoluției parametrilor atmosferici atît în perioada premergătoare udărilor cît și în timpul irigării. Udările trebui aplicate atunci cînd atmosfera este relativ calmă și călduroasă; trebuie evitată pe cît posibil irigarea în plină zi cu soare, în timpul mișcărilor turbionare ale aerului și a temperaturilor excesiv de ridicate, cînd potențialul de evaporare este maxim.

De asemenea trebuie să se evite extinderea irigațiilor în zonele cu potențial termic limitat față de cerințele culturilor. Eficiența reală a irigărilor în aceste zone este determinată de consumul însemnat de căldură în procesul de evaporare care diminuează sensibil potențialul termic al zonei.

Desecări. Pe terenurile desecate și îndiguite atît regimul de temperatură cît și cel hidrologic diferă foarte mult de cel din terenurile obișnuite. O mare importanță asupra temperaturii o are adîncimea la care se află apa freatică și gradul de mineralizare a substanței organice (care datorită vegetației luxuriante se formează în cantități mult mai mari).

Pentru practica agricolă, cunoașterea regimului termic al acestor cîmpuri are o deosebită importanță. În perioada caldă temperatura medie a solului în stratul arabil (0 — 25 cm) este cu 3° — 4°C mai mică în terenurile desecate decît în cele învecinate. Conductivitatea termică slabă și căldura specifică mare la solurile desecate, frînează procesele de încălzire comparativ cu solurile cu mineralizare normală. Pe de altă parte în solurile desecate se observă o scădere intensă a amplitudinii temperaturii în adîncime.

Terenurile mlăștinoase și nedesecate sînt vara mai reci și iarna mai calde, decît cele desecate. Aceasta se explică prin căldura specifică mai mare a apei decît a solului. Multe bălți rămîn neînghețate la temperaturi sub 0°C pe terenurile desecate însă, solul îngheață puternic în adîncime și se dezgeață lent primăvara, ceea ce duce la o anumită întîrziere a lucrărilor agricole și reclamă o agrotehnică specială.

O mare importanță asupra regimului termic în solurile desecate luate de curînd în cultură o prezintă umiditatea lor ridicată, care determină în același timp o evapotranspirație mai intensă, în comparație cu cîmpurile ve-

cine. Aceasta deoarece, în primul caz, vegetația se dezvoltă mult mai abundent. În consecință consumul global de căldură în procesele de evaporare și transpirație este mult mai mare în lanurile cultivate pe terenuri desecate decît în acele obișnuite, ceea ce contribuie la scăderea temperaturii.

Particularitățile termice ale solurilor amintite se imprimă în mare măsură în stratul de aer de lîngă sol. Aceasta determină, în ansamblu, un regim meteorologic specific acestor terenuri. Consumul mare de căldură la evaporarea apei pe terenurile luate în cultură prin desecarea bălților determină, o dată cu scăderea generală a temperaturii din aer și sol, și o creștere corespunzătoare în intensitatea și frecvența brumelor, primăvara și toamna. Cele mai mari diferențe de regim termic în condițiile amintite se realizează la suprafața solului și în interiorului învelișului vegetal. La o înălțime de 2 m diferențele termice scad sub 1°C, iar la 3—4 m se reduc aproape complet. În condițiile țării noastre trebuie acordată o atenție deosebită acestor particularități în alegerea măsurilor de ameliorare a fitoclimatului. Aceste măsuri trebuie luate atît în zonele reci și umede pe terenurile argiloase cît și pe terenurile desecate și indiguite din sudul țării.

În zona de stepă este necesară în special aplicarea măsurilor, care duc la îmbunătățirea regimului hidric și termic din aer și sol. În acest sens, în afara lucrărilor agrotehnice propriu-zise, prezintă intens deosebit asocierea diferitelor culturi pe aceeași suprafață, care prin particularitățile lor morfologice și biologice își îmbunătățesc reciproc regimul fitoclimatic.

Studierea particularităților microclimatice în culturile de cîmp și plantații pomiviticole

Pentru studiul microclimatului este necesar de organizat observații speciale în afara celor efectuate la stațiile meteorologice din rețeaua de stat.

Ansamblul fenomenelor meteorologice este deosebit de complex și multilateral ca și interdependența dintre climă și factorii fizico-geografici și biologici.

Variabilitatea fenomenelor meteorologice din cadrul microclimei este mai mare și ea nu poate fi prinsă numai cu observațiile de la stațiile meteorologice, impunînd pentru studiul ei, efectuarea de observații suplimentare într-un număr variabil de puncte din cadrul zonei cercetate. Datele obținute în astfel de cercetări, se pot extrapola pe porțiuni analoage din alte teritorii.

În funcție de scopul urmărit, se stabilește numărul punctelor de cercetare, aparatura necesară, timpul și metodele de efectuare a observațiilor.

—Pentru studiul microclimatic nu este necesară efectuarea de observații pe perioade îndelungate, ci într-o perioadă scurtă, trebuie obținut un șir de observații pe diferite tipuri de timp, pentru analiza detaliată a diferențierilor microclimatice, în diferite porțiuni din terenul studiat.

Pentru a putea fi comparate între ele, datele din aceste observații, trebuie utilizată aparatură identică și respectate riguros orele de program.

Deoarece perioada de efectuare a observațiilor este de regulă limitată la un număr restrîns de zile, pentru a putea reduce aceste date la valori plurianuale, este necesar ca observațiile să fie efectuate și la stația meteorologică cu program permanent (situată în apropierea zonei studiate).

Organizarea cercetărilor microclimatice

Organizarea cercetărilor microclimatice poate fi diferită, în funcție de scopul urmărit:

Particularitățile locale ale climatului în multe locuri pot fi stabilite pe baza observațiilor de la o singură stație meteorologică, cu ondiția ca aceasta să fie situată pe o porțiune de teren reprezentativă.

În aceste condiții, chiar după datele medii lunare, se pot observa diferențieri în regimul termic și hidric al aerului, în viteza și direcția vîntului. Acest lucru este valabil pentru zonele de șes, unde chiar dacă nu avem o stație meteorologică permanentă, se poate organiza o stație secundară, iar datele obținute aici se pot compara cu cele de la o stație meteorologică permanentă din vecinătate.

— În cazul cînd stațiile cuprind teritorii mai mari, se organizează efectuarea cercetărilor microclimatice cu ajutorul avioanelor sau a helicopterelor. Pentru acest gen de cercetări se folosesc înregistratoare sau instalații speciale cu fotoînregistrare; cînd la întervale de timp stabilite se fotografiază valorile termometrelor de la psihrometre.

Meteorograful, utilizat pe avioane, permite de asemenea măsurarea temperaturii și umidității aerului pe zone largi.

În cazul cînd nu dispunem de aparate înregistratoare sau cu fotoînregistratoare, se pot efectua observații în marșrut cu ajutorul unor vehicule. În această situație, se stabilesc punctele de observații și se marchează din timp, pentru ca observatorul să efectueze determinările cîteva zile la rînd în aceleași locuri.

Mersul cu bicicleta sau pe jos sînt necesare pentru drumurile și potecile de cîmp, unde nu se poate utiliza automobilul.

Prin metodele prezentate, se obține pentru fiecare punct microclimatic un șir oarecare de date meteorologice în diferite condiții de timp, care ulterior se compară cu datele de la stația de bază, unde s-au efectuat sincron aceleași observații cu aceeași aparatură și la aceleași nivele.

— În scopul studierii multilaterale a microclimatului, pe un teritoriu mare cu diferite condiții de relief, se alege un număr de puncte de cercetare sezonieră, avînd o stație permanentă în apropiere.

(Stația meteorologică permanentă trebuie să-și introducă în programul ei, aceleași observații ca și aparatura identică).

În cazul unei stații meteorologice temporare (punct de bază), în afara observațiilor analoage cu cele din punctele microclimatice, se efectuează și programul de la stațiile meteorologice din rețeaua de stat.

Punctele microclimatice se aleg în așa fel, încît să cuprindă toate condițiile de relief, de expunere, de înclinare etc. ale zonei. Stabilirea înălțimii de efectuare a determinărilor microclimatice diferă în funcție de caracteristicile biologice ale covorului vegetal (culturi ierboase, cerealiere, arbuști, vie, pomi fructiferi).

Datele obținute din observațiile microclimatice se compară cu cele efectuate simultan la stația de bază. Diferențierile între valorile elementelor meteorologice obținute prezintă caracteristicile microclimatice ale zonei studiate. Această metodă prezintă dezavantajul că cere un număr mare de observatori.

Organizarea observațiilor

Pentru organizarea observațiilor microclimatice se studiază, în prealabil, elementele care determină diferențierile microclimatice:

Coordonatele geografice, altitudinea, forma reliefului, caracterul solului și al vegetației (caracteristicile vegetației, trebuie studiate și descrise în dinamica lor) etc.

Caracteristicile factorilor geografici pot fi prezentate grafic (cartograma, schema teritoriului etc.) (fig. 59). Acestea trebuie să reprezinte particularitățile zonei și se efectuează pe baza studierii vizuale a teritoriului. Ele servesc la amplasarea corectă a punctelor de cercetare.

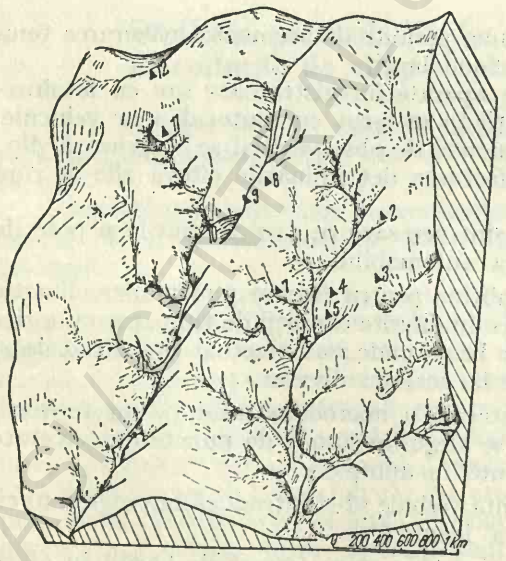


Fig. 59 — Zona Milcoiu-Rm. Vîlcea. Bloc. diagramă (după S t o e n e s c u) (Punctele 2—12 reprezintă posturile de observații microclimatice)

Efectuarea ridicărilor vizuale este indicată pe timp cu condiții de îngheț, cînd diferențierile temperaturilor extreme sînt deosebit de pregnante.

Pentru acest lucru, este necesară deplasarea unui specialist în zona cercetată pentru un timp scurt.

În prealabil, se întocmește o tabelă cu descrierea punctelor pe forme de relief, cu caracterizarea influențelor asupra particularităților microclimatice determinate de:

— scurgerea și acumularea aerului;

— diferențierea temperaturii minime;

— aprecierea duratei perioadei fără îngheț etc.

Alegerea punctelor se face pe culmi, pante cu diferite expo-

zitii, văi sau terase. În cazul unui număr mic de observații, în primul rînd se aleg pantele cu expunere NS-VE.

Pentru evaluarea pericolului de îngheț se folosesc termometre minime, amplasate pe profil de pante, care ne dau un tablou al repartiției acestuia în teritoriu.

În același scop se studiază caracteristicile climatului, fără datele pluriannuale ale unei stații meteorologice din apropiere; de asemenea se întocmește harta morfometrică pentru evaluarea formelor de relief.

Termenele observațiilor

Pentru compararea datelor obținute la punctul de bază microclimatic, cu cele ale stației meteorologice, este necesar ca și aici să se efectueze observații la orele climatologice. În zilele cînd se efectuează programul microclimatic, în punctele de observație sau de marșrut, la punctul de bază și la stația meteorologică se efectuează același program. Întrucît condițiile locale se reflectă în general în distribuția teritorială a elementelor meteorologice, este de dorit ca la punctul de bază să fie instalate înregistratoarele (termograf și higrograf) zilnice.

Importanța utilizării înregistratoarelor constă în faptul că după ele se pot determina ușor momentele cînd apar cel mai pregnant particularitățile microclimatice, ceea ce este imposibil de observat numai după observațiile de la anumite termene.

În condiții de timp senin, este necesară efectuarea observațiilor timp de 24 de ore, din două în două ore, cuprinzînd astfel și orele de efectuare a observațiilor climatice.

Obișnuit, în punctele microclimatice sau de marșrut, observațiile se efectuează începînd cu o jumătate de oră înainte de răsăritul soarelui și pînă la apusul lui, din două în două ore.

Dacă din cauza lipsei de observator este imposibil de efectuat acest program, un observator poate asigura două puncte efectuînd observațiile la un punct în ore pare, iar la celălalt în ore impare.

Cînd observațiile au ca scop numai studierea particularităților microclimatice de la cîteva puncte, atunci timpul de efectuare a observațiilor poate fi cel standard.

Dacă se pune însă problema determinării temperaturilor maxime și minime atunci observațiile se fac înainte de răsăritul soarelui, cu 1/2 oră, efectuînd observații din 10′, în 10′, timp de o oră și jumătate sau două ore și la prînz în jurul orei de producere a maximei (între 12—14 h) cuprinzînd și programul climatic de observații (7—13).

Durata observațiilor microclimatice de teren și timpul efectuării lor

Stabilirea perioadei de observații nu se poate efectua cu mult înainte, deoarece acesta depinde de evoluția condițiilor de timp, care nu se poate prognoza cu precizie.

În zilele ploioase sau după ploi de lungă durată, valorile microclimatice nu sînt caracteristice pentru terenul respectiv, de aceea pe asemenea regim nu se fac observații. (La stația de bază însă se fac observațiile sistematic la orele 1, 7, 13, 19).

În condiții de timp favorabil (spre exemplu timpul senin), sînt suficiente 3—5 zile pentru obținerea caracteristicilor microclimatice stabile.

Pentru caracterizarea completă a terenului studiat, însă este necesară efectuarea observațiilor și în zilele cu cerul noros și acoperit, timp de 2—3 zile.

Observațiile efectuate timp de 2—3 săptămîni dau rezultate cu diferențe mult mai stabile (dar de multe ori prelungirea perioadei de observații nu precizează acest lucru, dacă timpul este instabil).

Timpul cel mai bun din an, pentru efectuarea observațiilor microclimatice, necesarul de nopți calme și senine, pentru a căpăta o imagine medie reprezentativă a parametrilor microclimatici, a fost studiat de diferiți cercetători (Sapojnikova 1950, Goltberg 1958, Arhigora, Glebova 1960, Șahnovici — 1958, Rogodjan; Țiștea-1961).

S-a stabilit astfel că, valorile temperaturilor maxime zilnice depind de anotimp, adică de lungimea zilei și de înălțimea la prînz a soarelui, minimele însă nu sînt influențate de radiația solară, iar noaptea distribuția temperaturilor celor mai scăzute cu greu putem spune că depinde de expunerea pantelor.

În nopțile calme și senine (numai acestea ne interesează în speță), distribuția temperaturilor minime depinde de radiația netă de undă lungă a suprafeței solului și a celor mai de jos straturi de aer. Acestea sînt decisive pentru formarea inversiunilor termice la sol.

Cea mai mică radiație netă negativă nocturnă este vara, în special în luna aprilie și mai, iar cea mai mare din noiembrie pînă în martie (Frankenberger, citat de Berényi — 1967). Dar, exclusiv radiația netă nu poate da răspunsul la întrebarea: ce anotimpuri sînt optime pentru studiile microclimatice, deoarece și transferul de căldură turbulentă este tot atît de important ca și radiația netă.

Frankenberger a conchis, prin cercetările sale, că măsurătorile sînt posibile în orice anotimp din an, dacă nu este strat de zăpadă, dar de preferat este să fie făcute în lunile martie—aprilie, octombrie—noiembrie. Aceste măsurători trebuie efectuate în intervalele menționate mai sus, deoarece atunci se produc înghețurile tîrzii și timpurii, care cer măsuri de combatere.

Pentru obținerea particularităților microclimatice ale regimului termic în condițiile unui relief deluros, și pentru determinarea influenței acestor

particularități asupra stării culturilor agricole, se organizează expediții cu observații paralele asupra elementelor meteorologice și fenologice pe toată perioada de vegetație.

Efectuarea observațiilor

Descrierea amănunțită a modului de folosire a aparaturii meteorologice și de observare a fenomenelor, se tratează pe larg în lucrările de specialitate, aici se precizează doar succint ordinea efectuării citirilor.

1. Pe diagramele înregistratoare se face marcajul de 4 ori în 24 de ore, respectiv la orele 1, 7, 13 și 19, după ora locală, imediat după citirile de pe psihrometru.

2. La psihrometre se fac următoarele operații:

a) umezirea termometrului cu tifon și întoarcerea moriștilor, începînd cu cel de jos și următoarele;

b) după 2—3 minute, în aceeași ordine se fac citirile fiecărui termometru uscat și umed înregistrînd imediat valorile în caiet;

c) în cazul timpului uscat și vîntos, citirile trebuie repetate, întorcînd morișca suplimentar.

3. Dacă există un singur psihrometru la punctul de observații, ordinea citirilor rămîne aceeași, întorcînd suplimentar morișca, iar pe timp secetos și cald este necesară și umectarea suplimentară a termometrului.

4. Între citirile la psihrometre, se fac înregistrări de valori după termometrul de la suprafața solului.

5. Citirile la anemometru se fac după cele de la termometrele de sol. Se înregistrează la început valoarea de pe aparat, apoi se declanșează ceasornicul pentru timp de două minute, se înregistrează a doua citire și se calculează viteza medie a vîntului pe secundă.

6. Între timp se determină direcția vîntului, starea solului, gradul total de acoperire a cerului (de la 0 la 10) și discul solar în momentul citirii psihrometrelor (0^2 complet deschis; 0^1 — soarele acoperit cu nori subțiri sau se vede printre nori, umbre subțiri și 0° — soarele se vede prin nori mai groși, umbrele lipsesc O^p — acoperit).

7. Termometrele de sol de la nivelele de 5, 10, 15, 20 cm se citesc ultimele.

Pe timp de vară, termometrul de minimă după citirea valorii de dimineață se pune la umbră.

Înregistrarea și prelucrarea primară a observațiilor

Pentru perioada de observații de lungă sau de scurtă durată, fiecare punct microclimatic trebuie să aibă un caiet special de observații.

Pe prima pagină se înregistrează toate aparatele de la punctul respectiv, cu numărul de inventar al fiecăruia. În cazul cînd cu aceeași aparatură se fac observații la două sau mai multe puncte (în marșurt) fiecare punct totuși trebuie să aibă un caiet separat.

Prezentăm alăturat o pagină din caietul de observații microclimatice complexe (tabelul 30).

Prelucrarea primară a datelor din observații se efectuează în fiecare zi, după controlul critic al valorilor rezultate. Acest control se face prin metoda comparațiilor între puncte cu stația meteorologică sau cu punctul microclimatic de bază, ținînd seama de starea timpului în ziua și în orele de observații respective.

Observații din ziua de ..... Punctul .....

Ora	Temperatura solului								Lucși		Temperatura aerului			
	Ordinar			Savinov					40 cm	150 cm	40 cm		150 cm	
	Citit	Corect.	V. corect.	5	10	15	20				Minim	Maxim	Minim	Maxim

Temperaturi extreme							
Sol	ora			ora			
	Citire	Alcool	V. Cor.	Citire	Scutur	V. Cor.
Minima							
Maxima							

Observator: .....

Starea solului .....

Fenomene .....

Precipitații .....

Observații diverse .....

.....

În condiții de teren, prelucrarea observațiilor se limitează la completarea rubricilor din caietul de observații, la aplicarea corecțiilor instrumentale, înscrierea valorilor corectate (de la citirile psihrometrelor) și la extragerea din tabelele psihrometrice a valorilor: e, r, d — unde „e" reprezintă umezeala absolută, „r" umezeala relativă a aerului și „d" deficientul de saturație. Toate schimbările de puncte, de aparate sau alte abateri față de programul și regulile de observații se notează pe loc, în rubrica observații diverse.

Ulterior toate datele din observațiile microclimatice de teren se prelucrează amănunțit sub forma abaterilor față de stația de referință, reducîndu-se valorile rezultate la pondere plurianuală și se întocmesc cartările microclimatice. In mod obișnuit acestea cuprind:

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul 30

Ora	Înălțimea	Psihrometre									Nebulozitate	Felul norilor	Vînt		Presiunea				⊙ fenomen
		t	t_1	tm	t^1m	tc	t^1c	e	r	d			dd	ff	Citire aneroid	f° alipit	Corectate		
																	mm	mb	

— Particularitățile regimului radiativ al plantelor cu diferite radiații.

— Repartiția teritorială a pragului termic de 0°,5°,10°C în funcția de specificul biologic al diferitelor culturi.

— Distribuția sumelor de temperaturi active și efectiv ($\geqslant$5° și 10°C) acumulate în zouă.

— Repartiția datei primului și ultimului îngheț pe teritoriul studiat.

— Distribuția zonală a riscului de îngheț etc. Studiile și hărțile microclimatice, de pe teritorii restrînse (I.A.S., C.A.P. și stațiuni) permit atît explicarea științifică a specificului dezvoltării plantelor în diferite condiții de relief, la amplasarea culturilor și la diferențierea complexului de măsuri agrofitotehnice potrivit acestor particularități cît și în utilizarea celor mai eficiente mijloace de combatere a elementelor meteorologice nefavorabile.

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Capitolul

VII

Fenomene meteorologice dăunătoare agriculturii

Principalele fenomene meteorologice care afectează direct producția agricolă, producînd anual pierderi de recoltă sînt: variațiile bruște ale temperaturii și gerurile din timpul iernii; înghețurile tîrzii de primăvară și timpurii de toamnă, căldurile excesive din perioada lipsită de precipitații, din anotimpul de vară (secetă atmosferică, pedologică și mixtă). Alte fenomene meteorologice nefavorabile agriculturii dar mai puțin frecvente sînt: grindina, furtunile de praf, ploile torențiale, vijeliile, inundațiile, eroziunile eoliene etc.

În capitolul de față se prezintă particularitățile fenomenelor amintite în condițiile țării noastre, frecvența și zonalitatea acestora, precum și mijloacele moderne de prevenire și combatere.

Seceta

Tipuri de secetă și cauzele ce le determină

Seceta este un fenomen complex, caracterizat prin umiditate insuficientă în atmosferă și în sol (în zona sistemului radicular), și creșterea evapotranspirației potențiale.

În perioada fără precipitații, o mare parte din radiațiile solare participă la încălzirea solului și a stratului de aer de deasupra, deoarece consumul energiei calorice pentru procesele de evaporare este foarte redus. Paralel cu supraîncălzirea și uscarea aerului, crește treptat evapotranspirația potențială.

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În condiții de agrotehnică inferioară se intensifică astfel transpirația, producîndu-se un dezechilibru între absorbția și cedarea apei, iar planta începe să se ofilească.

Dezechilibrul devine deosebit de acut, dacă seceta este însoțită de vînturi uscate și fierbinți. În asemenea condiții pot apărea fenomene de ofilire ireversibile și chiar distrugerea totală sau parțială a plantelor.

În funcție de mediu în care se dezvoltă, seceta poate fi atmosferică, pedologică și mixtă.

Seceta atmosferică, după cum am văzut este caracterizată prin perioade de timp fără precipitații sau cu precipitații insuficiente, cînd consumul apei din sol crește, proporțional cu ridicarea valorilor de temperatură a aerului. Dacă seceta este de lungă durată, ea provoacă uscarea solului. Astfel apare seceta pedologică. Cînd seceta pedologică este asociată cu cea atmosferică devine complexă (mixtă), determinînd compromiterea parțială sau totală a recoltei.

Apariția secetelor în majoritatea cazurilor este determinată de anticiclonii regiunilor arctice, care trimit în zonele noastre mase de aer cu temperaturi relativ joase și conținut scăzut de vapori de apă * (5 g/m³) ce provoacă un timp senin și uscat.

Aerul arctic, deplasîndu-se spre sud în condiții de timp senin se încălzește repede; ridicarea temperaturii mărește deficitul de saturație în atmosferă (scade umiditatea relativă). Cantitatea absolută a vaporilor de apă rămîne practic neschimbată (5 g/m³).

Starea higrometrică a aerului respectiv nu se schimbă nici deasupra zonei de păduri, întrucît vaporii de apă proveniți din evapotranspirația vegetației se răspîndesc vertiginos pe verticală în tot stratul anticiclonului (2000 m).

În asemenea cazuri la latitudini sudice, unde temperatura atinge 35°C, umiditatea relativă a aerului, care la origine era de 70—80%, scade pînă la 10%. Astfel aerul arctic, cu o umiditate relativ ridicată, în scurtă vreme se transformă în aer continental fierbinte și uscat.

Temperatura ridicată și umiditatea scăzută a aerului, determină la rîndul ei, intensificarea evapotranspirației și deci scăderea rapidă a rezervelor de apă din sol. Apare astfel un dezechilibru între cerințele sporite ale plantelor față de apă (impuse de atmosferă) și resursele reduse de aprovizionare ale solului. Valoarea critică a acestui dezechilibru reprezintă indicile de bază prin care se exprimă intensitatea secetei.

Perioade de secetă se întîlnesc în toate anotimpurile anului. Seceta de primăvară, destul de frecventă, se caracterizează prin umiditatea scăzută a aerului, vînturi puternice și temperaturi moderate. Adesea, vînturile de scurtă durată determină furtuni de praf care intensifică mult acțiunea dăunătoare a secetei, distrugînd vîrfurile frunzelor și dezrădăcinînd plantele în curs de răsărire (de ex.: în Bărăgan în anul 1964).

Deosebit de periculoasă este seceta de primăvară de lungă durată (de ex.: în sud-estul țării în anul 1968) care se dezvoltă pe fondul unei umidități

---

* Deși cantitatea de apă în atmosferă este foarte mică la temperaturi coborîte (5 g/m³) umiditatea relativă a aerului este ridicată (70— 80%) — vezi capitolul Evapotranspirația.

insuficiente a solului (din cauza precipitațiilor reduse din perioada rece și a rezervelor mici de apă, la desprimăvărare). În aceste condiții, vegetația culturilor este mult stînjenită și chiar dacă în lunile următoare revin ploile, efectul negativ nu poate fi lichidat complet, recolta fiind diminuată într-o măsură sau alta în funcție de măsurile agrotehnice aplicate.

Tulburările intervenite în dezvoltarea plantelor în timpul secetei de vară, determină diminuarea recoltelor, în funcție de faza care a trecut prin secetă. În perioada formării rădăcinilor secundare (coronare) insuficiența de umiditate în straturile superficiale ale solului, influențează puternic însăși dezvoltarea sistemului radicular — înrădăcinare slabă.

În perioada de formare a primordiilor florale, insuficienta alimentare cu apă, provoacă o micșorare a numărului de boabe. Seceta din perioada înfloritului determină sterilitatea parțială sau totală a spicului. Uneori seceta de vară influențează negativ și recolta anului viitor, datorită slabei dezvoltări a mugurilor și a primordiilor ramurilor productive la pomi și vie.

În a doua jumătate a verii, după recoltarea culturilor păioase se declanșează uneori o perioadă de secetă care se intensifică mult toamna în lunile septembrie și octombrie.

De aceea, influența negativă a secetei de toamnă o suportă în special cerealele de toamnă în perioada germinării și a parcurgerii primelor faze de vegetație. Uscarea stratului superior al solului, determină stagnarea îndelungată a semințelor, încolțirea decurge lent, uneori procesul se întrerupe, răsărirea apare cu întîrziere etc. Plantele intră în iarnă insuficient dezvoltate, rezistența la condițiile de iernare este foarte scăzută; astfel, încît în condițiile nefavorabile din perioada rece se produc pierderi parțiale sau totale în lanuri. Deosebit de dăunătoare este seceta care se produce mai mulți ani în șir, cum a fost la noi în jumătatea de est a țării (Moldova, Bărăgan, Dobrogea) în anii 1945—46 și în unele locuri chiar în 1947.

Particularitățile fenomenelor de secetă în țara noastră

Fluctuațiile puternice și neperiodice ale circulației atmosferice deasupra teritoriului țării noastre, determină mari variații în regimul precipitațiilor.

Perioadele de secetă se succed la intervale neregulate și afectează îndeosebi zonele din sud-estul țării și Cîmpia Dunării.

Dintre cele mai vechi însemnări referitoare la secetele din România amintim:

— Cronica lui Grigore Ureche și Letopisețul țării Moldovei, în care se spune că „În anii lui Petru Vodă (1585) mare secetă s-a abătut peste țară, încît au secat toate izvoarele și bălțile, iar unde se prindea înainte pește, se ară apoi cu plugul".

Alte secete cumplite cum au fost cele din 1759, 1794, 1815, 1859, 1865, 1873, 1879, 1883, 1894, 1898 etc. au început să fie consemnate din ce în ce mai des în revistele și ziarele vremii.

Dintre anii cei mai secetoși ai secolului actual, menționăm 1904, 1918, 1934, 1946, 1950 și 1968 în prima sa jumătate.

Din cercetările noastre recente, rezultă că distribuția în perioadele de secetă nu apar dezordonat, întîmplător în evoluția vremii.

În marea lor majoritate, lunile deficitare în precipitații se grupează în perioade lungi de secetă, sporadic întrerupte de perioade scurte, ploioase, care nu modifică trăsătura de ansamblu a perioadei. În mod analog se grupează lunile excedentare formînd perioade lungi, ploioase.

Astfel, pe fondul general al perioadelor cu caracteristici pluviometrice apropiate de normal, se detașează la diferite intervale de timp, perioade evident excedentare sau deficitare care se abat sensibil de la normal.

Întreg șirul de valori care caracterizează lunile pentru perioada 1860 — 1968 poate fi împărțită în trei categorii de grupări:

— *grupări excedentare* în care predomină lunile ploioase, foarte ploioase sau excesiv de ploioase;

— *grupări deficitare* în care predomină lunile secetoase, foarte secetoase;

— *grupări relativ normale* în care predomină lunile a căror abatere de la normală, într-un sens sau altul (sub aspect pluviometric), nu depășesc 20%.

Durata perioadelor excedentare nu depășesc de regulă 3 ani, în timp ce perioadele secetoase se pot prelungi pînă la 5 — 6 ani.

Însăși grupările menționate (deși inegale în timp) nu sînt distribuite întîmplător în evoluția vremii, întotdeauna grupările de sens contrar se învecinează între ele, în sensul că după perioade evident excedentare, de regulă nu urmează perioade normale, ci un grup de luni evident deficitare (fig. 60).

Pentru a oglindi tendința evidentă de grupare și de ordine a distribuției acestora, la nivelul anilor calendaristici, prezentăm în tabelul 31 grupările celor mai secetoși ani din ultimul secol și caracteristicile pluviometrice a anilor ce le-au precedat.

Deoarece declanșarea unor asemenea perioade se face uneori în cuprinsul anului calendaristic, se înțelege, că acești ani nu pot fi apreciați în valori globale, ei aparținînd perioadelor cu caracteristici diferite. Din aceste considerente, în tabel se prezintă nu numai anii întregi, ci și jumătăți de ani ce se încadrează în grupări comune.

Din acest tabel rezultă că însăși distribuția compactă de luni (ani) secetoase sau ploioase nu este întîmplătoare.

Anii (perioadele) cei mai secetoși, din 1860 pînă în prezent, au fost precedați de ani excedentari (ploioși sau foarte ploioși). Astfel, anul deosebit de secetos 1861 a fost precedat de anul foarte ploios 1860. Seceta din 1865 a fost precedată de precipitații deosebit de abundente din 1864, aceea din 1898 de ploile din 1897 etc. Astfel, caracteristicile și durata intervalelor ploioase pot fi folosite ca indici concludenți pentru întrevederea perioadelor de secetă. În sens figurat se poate spune că „seceta se naște în ploaie".

Se observă totodată că în marea majoritate a cazurilor, anii cei mai secetoși ai secolului, nu au fost primii în grupările mari secetoase, ci aproape întotdeauna, seceta cea mai accentuată, s-a produs în al doilea sau al treilea an de la declanșarea perioadei. Cînd secetele s-au produs într-un singur an, ele nu au provocat de regulă perturbații puternice în producții.

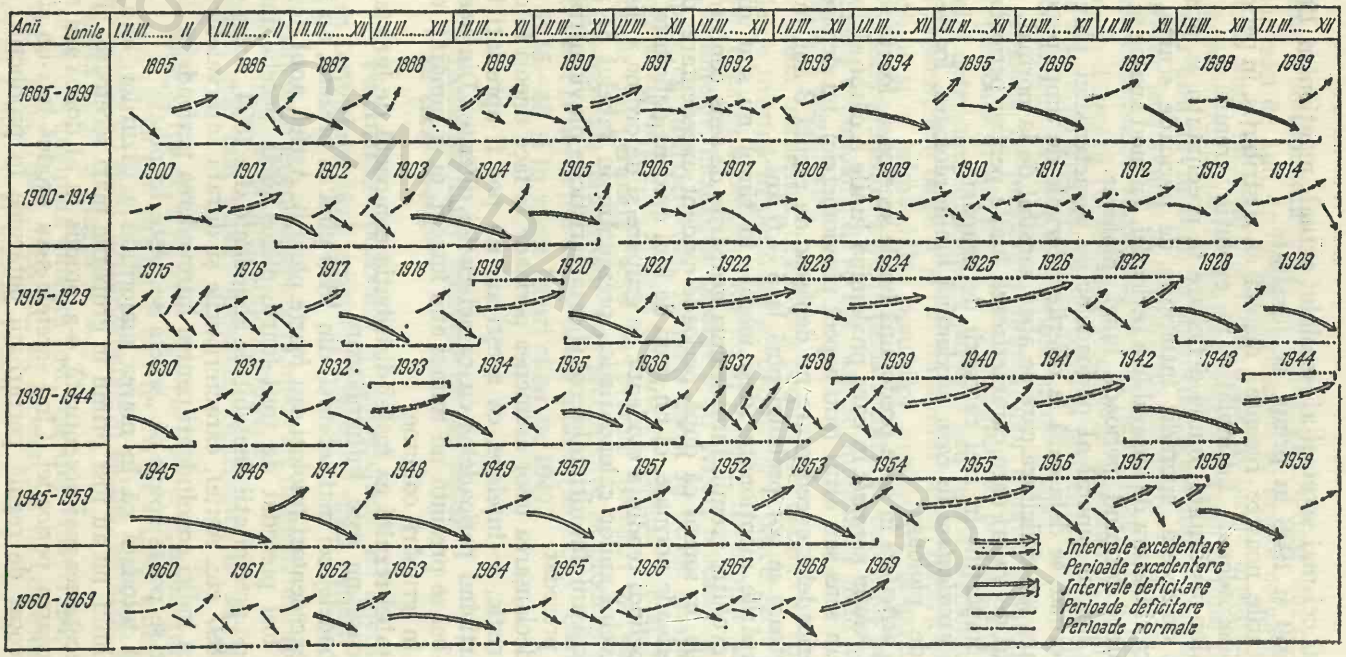


Fig. 60 — Succesiunea intervalelor ploioase și secetoase în perioada 1885—1969

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul 31

Succesiunea perioadelor de secetă şi caracteristicile anilor precedenţi — perioada 1860 — 1968

Nr. crt.	Ani, grupe de ani secetoşi	Caracteristicile anilor precedenţi	Observaţii
1	1861 şi parţial 1862	1860 — ploios	
2	1865, 1866 şi parţial 1867	1864 — ploios	
3	1872, 1873, 1874, 1875	1871 — ploios	
4	1879, 1880	1878 (prima jumătate) ploios şi 1877 în întregime	
5	1883 (parţial) 1884, 1885 (parţial)	1882 — ploios	Seceta începe la sfîrşitul anului 1893. Anul 1894 excepţional de secetos
6	1894, 1895 (parţial) 1896 (parţial) 1898, 1899	1893 — ploios	
7	1898, 1899	1897 — foarte ploios (primăvară şi vară excepţional de ploioase). Distrugeri produse de inundaţii în aprilie-iulie	Efectele dezastruoase în 1899 al doilea an de secetă). Seceta a determinat distrugerea recoltei în sudul şi estul ţării
8	1902, 1903, 1904	1901 — foarte ploios cu inundaţii şi grindină	1904 (al treilea an de secetă excepţional de secetos, urmînd după alţi ani secetoşi producînd dezastru în agricultură
9	În a doua jumătate a anului 1905 şi pînă în 1915 nu s-au produs perioade de secetă excesivă. Marea majoritate a anilor avînd caracteristici pluviometrice apropiate de normal. Scurte perioade de secetă au apărut în 1907, 1908 şi 1909.		
10	1916, 1917 (parţial) 1918 (în ansamblu)	1915 — foarte ploios—ploi excepţionale mai ales în iulie	
11	Din 1919 pînă în 1933 inclusiv nu au apărut ani sau grupări de ani intens secetoşi. Marea majoritate a perioadelor avînd caracteristici apropiate de normal. Se poate menţiona numai seceta relativă din 1920 (partea a doua) şi care continuă şi în 1921. Această perioadă a urmat după excedentul de precipitaţii din 1919		
12	1934, 1935	1933 — excepţional de ploios (cel mai ploios an al secolului)	Anul 1934 deşi este primul an de secetă, ce a avut o intensitate excesivă iarna şi primăvara. Vara a fost însă foarte ploioasă
13	Din 1936 pînă în 1941 inclusiv nu s-au produs perioade de secetă evidentă pentru producţia agricolă. Seceta de scurtă durată s-a semnalat în anii 1938, 1939		

BCU IAŞI CENTRALA UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul 31 (continuare)

Nr. crt.	Ani, grupe de ani secetoşi	Caracteristicile anilor precedenţi	Observaţii
14	1942—1943	1941 — excesiv de ploios	În 1942 seceta începe în a doua jumătate şi se continuă intens în 1943
15	1945, 1946, 1947, 1948, 1949, 1950	1944 — foarte ploios	Seceta 1945—1950 apare ca cea mai lungă a secolului. Pe fondul deficitar de ansamblu al perioadei apar uşoare alternări care întrerup sau intensifică seceta. Cei mai secetoşi ani 1946 şi 1950. Uşoare întreruperi de secetă în 1947, 1949 în a doua jumătate. De reţinut că acest lung interval apare după un grup mare de ani normali sau excedentari (1936—1944).
16	Din anul 1951 pînă în 1966 apare un lung interval în care predomină perioadele normale şi excedentare. Perioadele sporadice de secetă nu schimbă caracterul de ansamblu al acestui mare grup de ani, ele succedînduse după aceleaşi legi. Astfel:		
17	1958 (a doua jumătate)	1957 şi prima jumătate 1958 — ploioşi	Pagube puternice în 1959 (al doilea an de secetă)
18	1962, 1963, 1964	1961 — ploios	
19	1967, 1968	1966 — foarte ploios	Anul 1966 — an record pentru producţia agricolă

Rezultă că în cadrul perioadelor deficitare, fenomenele de secetă apar la început slabe ca intensitate, accentuîndu-se treptat în cuprinsul perioadei. În toate grupările mari de secetă a existat totdeauna un an dezastruos pentru producţia agricolă. Ceilalţi ani sînt caracterizaţi prin secete atenuate, şi în aceşti ani prin măsuri agrotehnice corespunzătoare, se pot asigura recolte satisfăcătoare.

În marea majoritate a anilor, în care s-au produs pagube importante în agricultură din cauza secetei (ca de ex. 1904 şi 1946) deficitul de precipitaţii a început din toamna precedentă, cuprinzînd întreg anotimpul rece, primăvara şi vara anului următor.

În perioada de acumulare a apei în sol (noiembrie-martie) deficitul cel mai accentuat a fost în estul şi sud-estul ţării (Moldova, Bărăgan şi Dobrogea): niciodată seceta de iarnă nu a cuprins tot teritoriul ţării.

Primăvara şi vara, atît în anii cei mai secetoşi, cît şi în anii moderat de secetoşi, au apărut luni în care cantităţile totale de precipitaţii nu au depăşit

de regulă 10—15 mm în nici o zonă agricolă din țară (exemplu luna aprilie în anii 1934, 1947, 1949; mai 1958, august 1962 etc.).

La nivelul marilor grupări de ani, distingem cea mai lungă perioadă de secetă, aceea dintre anii 1945—1953, încadrată între două perioade cu precipitații, în ansamblu normale sau excedentare.

În cursul fiecăruia din ani, frecvența secetelor este maximă în cursul lunii septembrie, martie și aprilie și minimă în iunie.

Deficitul maxim de umiditate se înregistrează însă în lunile de vară, cînd temperaturile ridicate intensifică gradul de suferință al plantelor.

În condițiile țării noastre, perioadele secetoase sînt determinate de frecvența și persistența dorsalelor anticiclonice: (anticiclonul azoric, vest-european, siberian, nord-african, scandinavic și brîul atlanto-siberian); precum și de existența în altitudine, a unui curent tropical de sud-vest.

Lanțul Munților Carpați, deși constituie un baraj înspre est, pentru perturbațiile purtate de curentul atlantic (V—E), este totuși un amplificator al ploilor aduse de acest curent, ce predomină vara.

Același lanț muntos constituie un baraj spre N—E pentru zonele ciclonice formate în Marea Mediterană și care dau cele mai mari ploi în sudul țării în anotimpul rece al anului.

În perioadele secetoase, lanțul Carpatic formează un baraj pentru extinderea către vest a climatului de stepă din estul continentului, astfel că el constituie un factor orografic de mare importanță, divizînd teritoriul țării în două sectoare climatice: — jumătatea de N—V, mai umedă, cu ploi frecvente și jumătate de S—E mai uscată cu secete frecvente.

Distribuția teritorială a duratelor mijlocii a perioadelor de secetă în România este redată în figura 61. Aceasta este numai o reprezentare orientativă a zonelor de secetă, rezultată din analiza condițiilor atmosferice. În realitate deficitul de umiditate în sol, în zona sistemului radicular, este un fenomen mult mai complex, influențat în afară de precipitații, de intensitatea factorului termic, deficitul de saturație din atmosferă, viteza vîntului, relief, proprietățile hidrofizice ale solului și caracteristicile biologice ale plantelor, adică toți factorii care determină intensitatea evaporațiilor reale și potențiale.

În zonele de șes ale țării noastre, diferența dintre evapotranspirația potențială și cantitățile de precipitații căzute, exprimă mai elocvent gradul de ariditate al zonelor (vezi evapotranspirația).

Înghețurile de primăvară și toamnă

În grupa fenomenelor meteorologice nefavorabile agriculturii, înghețurile ocupă de asemenea un loc important.

Înghețurile determină nu numai frînarea dezvoltării plantelor și încheierea prematură a ciclului de vegetație, ci chiar moartea parțială sau totală a acestora. În pomicultură de exemplu, sînt deosebit de mari daunele înghețurilor

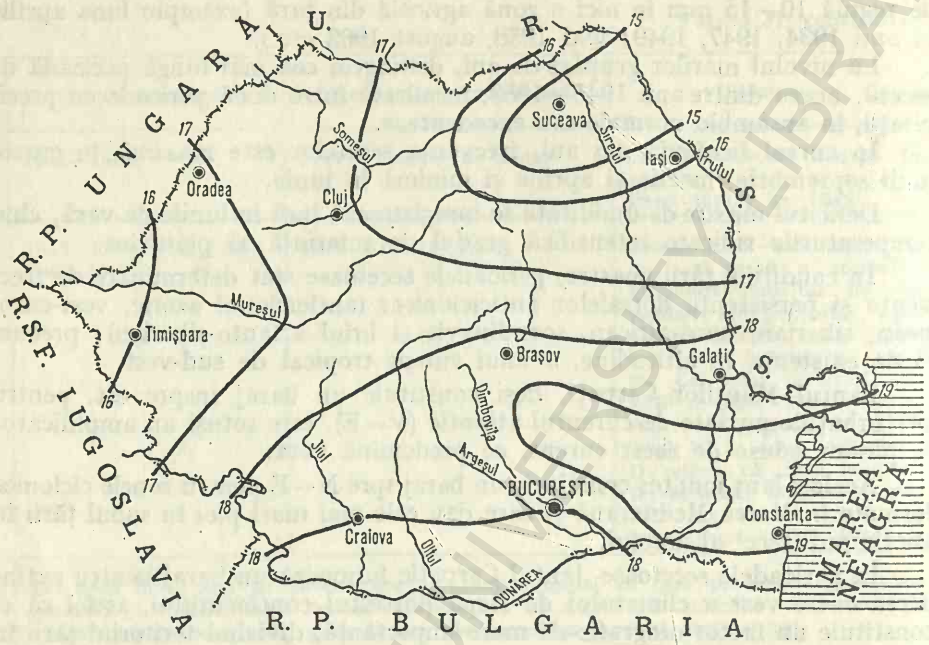


Fig. 61 — Durata medie (în zile) a perioadelor de secetă în România

de primăvară care surprind pomii în plină floare, distrugînd uneori aproape întreaga recoltă. Chiar și în bazinele pomicole cu un climat local favorabil, ca de exemplu Gioagiu, s-a constatat că în unii ani (1954—1955—1957), mugurii florali au fost parțial distruși de îngheț la începutul fazei de înflorire. În multe regiuni pomicole ale țării în anul 1958, recolta de fructe a fost în mare parte compromisă atît de oscilațiile de temperatură, cît și de temperaturile scăzute din intervalul 6—20.IV.

În Cîmpia Dunării, înghețurile au compromis total sau parțial recolta de caise în perioada 1947—1949.

Pierderi însemnate în diferite bazine pomicole, s-au semnalat și în primăvara anului 1968, prin trecerea bruscă de la un interval relativ călduros din prima decadă a lunii aprilie, la perioade reci și cu temperaturi care au coborît la —4°—6°C.

Au avut de suferit îndeosebi caișii, piersicii, vișinii, cireșii, mărul și nucul. De asemenea au fost afectate și plantațiile viticole, îndeosebi soiurile timpurii.

Culturile de cîmp, sînt afectate într-o poporție mai mică de înghețurile tîrzii de primăvară și timpurii de toamnă, avînd o sensibilitate mai redusă față de îngheț, în aceste perioade. În marea majoritate a cazurilor, momentele critice din ciclul vegetativ (diferențierea organelor de reproducere, înflorire, fructificare etc.) se produc în afara perioadelor de îngheț. Numai în cazurile rare, cînd înghețurile apar foarte tîrziu, culturile de cîmp sînt afectate într-o proporție însemnată. De exemplu, în anul 1952, cînd înghețul de la sfîrșitul

lunii mai a afectat cultura grîului, stînjenind înflorirea, sau lanurile de floarea-soarelui în care s-a semnalat ulterior fenomene de folicapituli.

În condițiile tehnicii actuale nu s-au elaborat încă metode eficiente de prevenire și combatere a înghețului pentru culturile de cîmp.

Cauzele producerii fenomenelor de îngheț în țara noastră

Prin îngheț se înțelege coborîrea temperaturii stratului de aer de lîngă sol sub 0°C, în perioada caldă a anului (perioadă de vegetație a culturilor).

După cauzele care le determină, înghețurile sînt de trei tipuri:
— înghețuri advective;
— înghețuri de radiație;
— înghețuri mixte.

— *Înghețurile advective* sînt determinate de invaziile de aer rece polar, a cărui temperatură este sub 1°C și nu depășește această limită nici în cursul zilei.

Ele cuprind de regulă teritorii mari și sînt semnalate în țara noastră mai ales în prima jumătate a primăverii, menținîndu-se de la 1 pînă la 2—3 zile.

— *Înghețurile de radiație (radiative)* se formează în nopțile senine și liniștite, sau cu slabe adieri ale aerului, determinate de pierderea intensă a căldurii de către suprafața solului prin radiații.

Intensitatea și durata acestor înghețuri depinde în foarte mare măsură de forma reliefului, de starea suprafeței solului, de umiditatea solului, a aerului și de alte condiții locale.

Înghețurile de radiație se produc de regulă noaptea avînd maximum de intensitate înainte de răsăritul soarelui.

— *Înghețurile mixte (advective-radiative)* se formează în urma invaziilor maselor de aer rece a căror temperatură continuă să scadă în cursul nopții, prin efecte de radiații. În aceste condiții temperatura poate coborî noaptea pînă la —4°C și chiar —6°C. În cursul zilei temperatura poate ajunge la 10°C, 15°C sau 20°C.

Înghețurile tîrzii de primăvară și timpurii de toamnă, au în mod frecvent un caracter mixt și se produc în condițiile unor temperaturi medii diurne relativ ridicate. Numai evoluția normală a temperaturilor diurne în aceste perioade nu ar determina răcirea aerului pînă la 0°C; fenomenul este însă determinat de invazia aerului rece și de răcirea acestuia prin radiație, în nopțile senine.

Aceste înghețuri afectează de regulă stratul din imediata apropiere a solului, sau a covorului de iarbă, în perioada de vegetație a plantelor, cînd temperatura medie diurnă a aerului se menține pozitivă. În adăpostul meteorologic, temperatura în momentul producerii brumei poate fi de peste 0°C (de la 1° la 3°C).

Pentru a obține o imagine reală asupra duratei perioadei de îngheț, necesară pentru interpretarea diferitelor fenomene în agricultură, nu este suficientă numai cunoașterea valorilor temperaturii din adăpostul meteorologic și a celor de la suprafața solului (termometrul de sol are rezervorul pe jumătate îngropat în pămînt și deci nu înregistrează corect temperatura aerului de la suprafața solului), ci și cunoașterea temperaturii reale a aerului de la suprafața solului și a covorului vegetal.

Schimbări ale caracteristicii înghețurilor sub influența condițiilor locale

Momentul de declanșare și încetare a înghețurilor dăunătoare agriculturii și frecvența lor depinde de latitudinea, longitudinea, natura solului, relieful și vecinătatea bazinelor rîurilor, mărilor etc.

Dincolo de cercul polar (unde vara nu durează decît 2 luni) apariția înghețurilor este posibilă în oricare zi din an.

Așezarea geografică a țării noastre la o importantă răscruce a circulației generale atmosferice, precum și condițiile orografice specifice, face ca masele de aer rece (polar) să nu treacă întotdeauna peste întreg teritoriul țării. Astfel prezența lanțului Carpatic poate împiedica pătrunderea acestor mase de aer în sud, sau le obligă să-și modifice proprietățile.

O mare importanță asupra intensității și repartiției în spațiu a duratei înghețurilor, o are relieful.

În cadrul înghețurilor radiative și mixte, cele mai coborîte temperaturi se înregistrează la suprafața solului și a covorului vegetal, unde aerul rece fiind mai dens, prin continuarea radiației, își intensifică răcirea.

Din aceste considerente, la înghețurile radiative diferența de temperatură de la suprafața solului și pînă la 2 m în aer, poate să atingă 10°C.

Înghețurile cele mai frecvente și cele mai accentuate se produc pe fundul văilor și depresiunilor și într-o oarecare măsură în partea lor superioară (fig. 62).

Această situație este determinată atît de acumularea aerului mai rece și mai dens pe fundul văilor, cît și de influența exercitată de vînt. În cazul în care intensitatea vîntului este mai mare de 4—6 m/sec., pe versantul din fața vîntului pe care aerul este obligat să se ascensioneze, se produce o răcire advectivă a aerului cu 1°C pentru fiecare 100 m (fig. 63).

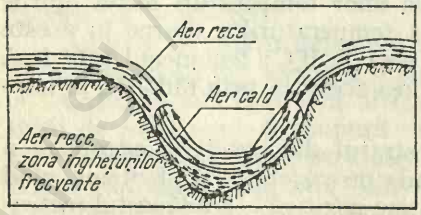


Fig. 62 — Înlocuirea aerului cald de către aerul rece pe o vale

Pe versantul pe care vîntul coboară, se produce o încălzire advectivă a aerului și în acest caz înghețul nu se înregistrează. Pe văile situate de obicei perpendicular pe circulația generală a aerului în care aerul stagnează de obicei pe fundul de vale, înghețurile sînt cele mai frecvente. Zonele cele mai propice culturilor pomicole și legumicole sînt cele de

la treimea din mijloc a versanților și cele de la treimea superioară a versanților situați în zona de descendență a vîntului cu frecvență maximă.

Astfel, pe valea Gioagiului, situată perpendicular pe circulația dominantă a aerului care se produce în lungul văii Mureșului, cele mai reușite culturi de caiși, cu un procent mic de pomi pieriți prematur, sînt acelea situate în treimea de mijloc a văii. Faptul apare evident la caișii altoiți pe corcoduș, la care ritmul de pieire a fost în intervalul 1948—1958 de 2,8—3,8% pe an pentru pomii situați pe deal și de 11,9% pentru pomii plantați în vale.

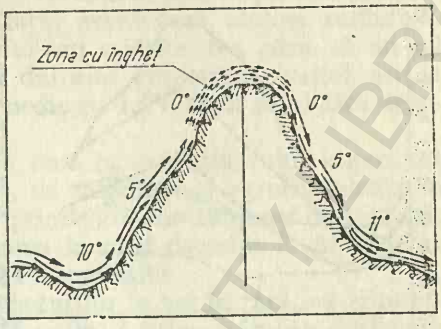


Fig. 63 — Răcirea și încălzirea advectivă a aerului pe panta unui amonte

Pe ridicături (coame, vîrfuri de deal etc.) și pante, înghețurile se produc mai rar. În aceste regiuni, durata intervalului fără îngheț depinde în mare măsură de așezarea cîmpului, a podgoriei, a livezii etc.

S-a stabilit că, dacă pe un teren plan durata intervalului fără îngheț este de aproximativ 100 de zile, atunci în aceleași condiții climatice pe pante și pe vîrfurile dealurilor, durata acestei perioade este de 120 zile, iar în văi și poiene de 75—85 zile.

Expoziția pantei are o influență directă asupra fenomenului de îngheț. Astfel, pe pantele estice și sud-estice, plantele suferă mai mult din cauza înghețului, decît cele vestice. Aceasta se explică prin faptul că pe pantele estice plantele sînt supuse mai repede acțiunii razelor solare decît cele de pe pantele vestice unde încălzirea acestora se produce treptat. În consecință, plantele cultivate pe pantele estice și sud-estice fiind brusc încălzite se refac mai greu de pe urma înghețului nocturn decît cele de pe pantele vestice care se încălzesc mai lent.

Terenurile cu expoziția nordică se încălzesc cel mai puțin și cel mai încet. Din cauza cantității mici de căldură absorbită în cursul zilei și din cauza lungimii mari a intervalului de timp lipsit de insolație, mai ales dacă panta are și înclinație mare, pe aceste soluri se înregistrează cele mai intense înghețuri tîrzii de primăvară și timpurii de toamnă.

Culoarea, umiditatea, gradul de încălzire, permeabilitatea, higroscopicitatea, capilaritatea sînt proprietăți ale solului care favorizează sau defavorizează răcirea nocturnă a acestuia.

Culoarea solurilor variază foarte mult, în funcție de natura acestora. Solurile calcaroase de exemplu, au culoarea foarte deschisă, în timp ce solurile bogate în humus sînt aproape negre. Multe soluri au o culoare roșcată din cauza compușilor chimici ai fierului, care le imprimă această tentă.

Deoarece culorile închise au o putere de absorbție mai mare a căldurii decît cele deschise care reflectă razele soarelui, solurile cu mult humus se încălzesc mai intens în timpul zilei decît acelea calcaroase. De aceea, noaptea, solurile de culoare deschisă sînt mai expuse producerii înghețurilor decît cele

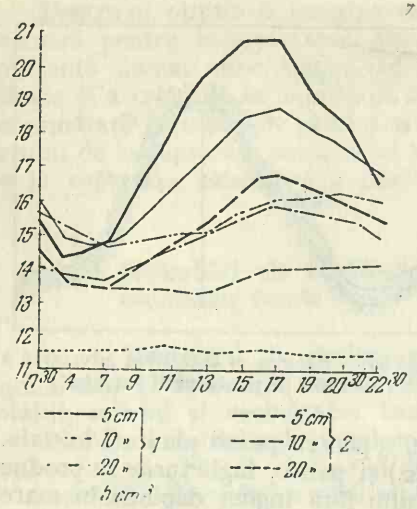


Fig. 64 — Evoluția diurnă a temperaturii solului în condiții de cîmp (1) și baltă desecată (2, 3)

de culoare închisă. Puterea mare de absorbție a căldurii, solurile mai uscate și mai afînate, dar mai ales cele desecate, favorizează apariția și intensificarea înghețurilor. Aceste soluri avînd o căldură specifică mică și o conductibilitate termică slabă se încălzesc mai lent în timpul zilei, iar noaptea se răcesc ușor (fig. 64).

Situarea terenurilor de cultură în preajma marilor lacuri, sau în luncile majore ale rîurilor, creează condiții favorabile de vegetație, întrucît prezența apei reduce pericolul de îngheț și de brume în acele zone.

Astfel, precocitatea recoltelor se explică prin faptul că marile întinderi de apă, se prezintă ca: izvor de căldură iarna, iar primăvara și toamna au rolul de termoregulator. De aceea și pericolul de îngheț și de brume este atenuat în aceste terenuri.

Covorul vegetal exercită de asemenea o influență sensibilă asupra regimului termic al aerului și solului, asupra oscilațiilor termice de la zi la noapte. Înainte de apusul soarelui și în timpul apusului, temperatura aerului la suprafața plantelor este totdeauna cu cîteva grade mai scăzută decît temperatura din adăpostul meteorologic.

Covorul vegetal, interceptînd razele soarelui, consumă o parte din energia solară primită de sol, deci micșorează încălzirea diurnă a acestuia. În livezi, temperatura medie la suprafața solului este astfel mai coborîtă decît cea din locurile deschise, dar temperatura minimă nocturnă se menține mai ridicată datorită umezelii mari a aerului.

Factorii agrofitotehnici pot de asemenea influența în sens pozitiv sau negativ fenomenele de îngheț la sol.

Solul pierde noaptea prin radiație, pe fiecare unitate de suprafață, o cantitate oarecare de căldură, compensată în parte de cea din adîncime, care prin conductibilitate transportă continuu către suprafață un flux de calorii. De aceea orice fel de lucrări culturale care modifică structura stratului superficial de sol, are influență asupra pierderilor prin radiație. Datorită acestui fapt, aratul, grăpatul și orice fel de lucrări culturale care afînează stratul superficial de sol, măresc pierderile prin radiație. S-a constatat că la suprafața unui teren proaspăt lucrat, temperatura este mult mai scăzută, cu cca. 1°C, față de solul nelucrat sau tăvălugit. Înclinarea brazdei de asemenea modifică apreciabil temperatura solului, tot datorită suprafeței mai mari sau mai mici pe care o formează. O brazdă avînd o înclinare a pantei de 15°, va prezenta o suprafață radiativă mai mare decît una avînd o înclinare de 75°.

De asemenea, orice fel de amenajări ale terenului, care împiedică conductibilitatea termică a solului către suprafață, acentuează răcirea radiativă. În această categorie intră solurile înierbate sau mulcite. S-a găsit că un sol înierbat la care se mai adaugă și răcirea datorită evapotranspirației, are la suprafață o temperatură mai coborîtă în medie cu 1,5°C decît solul fără vegetație și tasat.

Cele prezentate în acest paragraf au scos în evidență rolul important pe care îl joacă factorii locali, orografici, de vegetație și agrofitotehnici în apariția înghețurilor și brumelor tîrzii de primăvară sau timpurii de toamnă. De acești factori va trebui să se țină seama în mod deosebit la prevederea și prevenirea fenomenelor meteorologice respective.

Zonalitatea apariției și dispariției înghețurilor la noi în țară, ca și intervalele fără îngheț sînt redate în figurile 65 și 66. Acestea oglindesc influența covîrșitoare a reliefului asupra distribuției fenomenelor respective.

Trebuie să reținem că hărțile sînt elaborate pe baza datelor înregistrate în adăpostul meteorologic, care în general, (așa cum s-a arătat anterior), nu coincid cu cele de la suprafața solului. Numărul zilelor cu îngheț pe sol va fi deci mai mare cu cca. 10—20 de zile, în funcție de zonă, decît cel prezentat în figura 67.

Cel mai mic număr anual de zile cu îngheț (sub 80) se localizează pe litoralul Mării Negre. În Cîmpia Română, înghețul se produce în mai puțin de 100 zile în partea sudică și estică, de-a lungul Dunării, iar spre nord, numă-

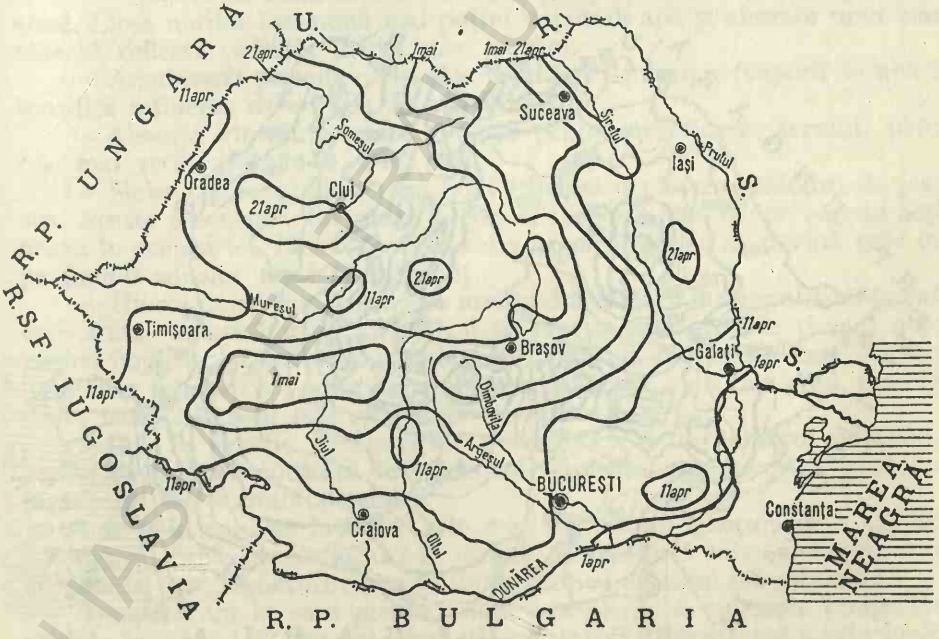


Fig. 65 — Date medii a dispariției înghețurilor tîrzii de primăvară

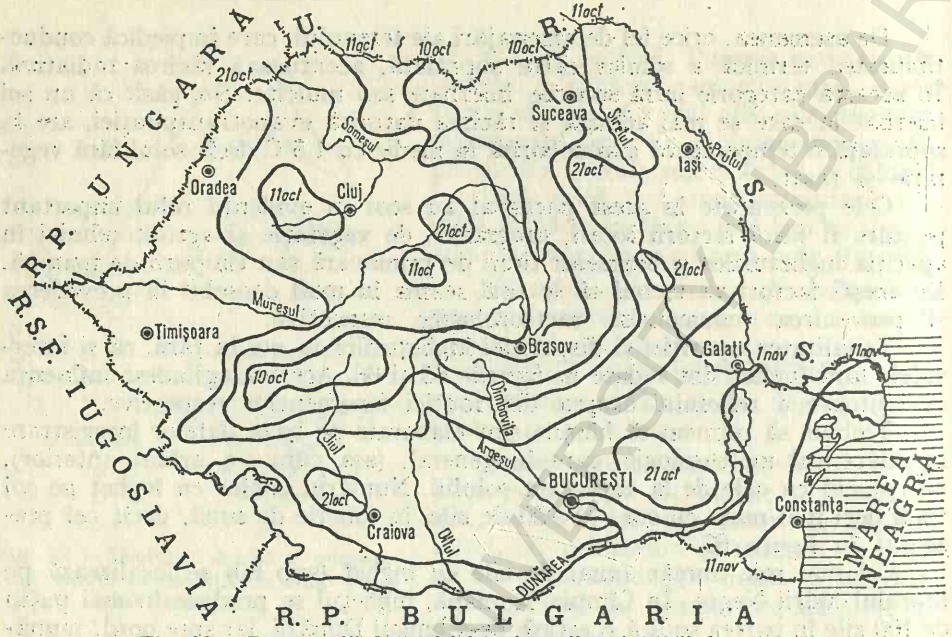


Fig. 66 — Date medii a apariţiei îngheţurilor timpurii de toamnă

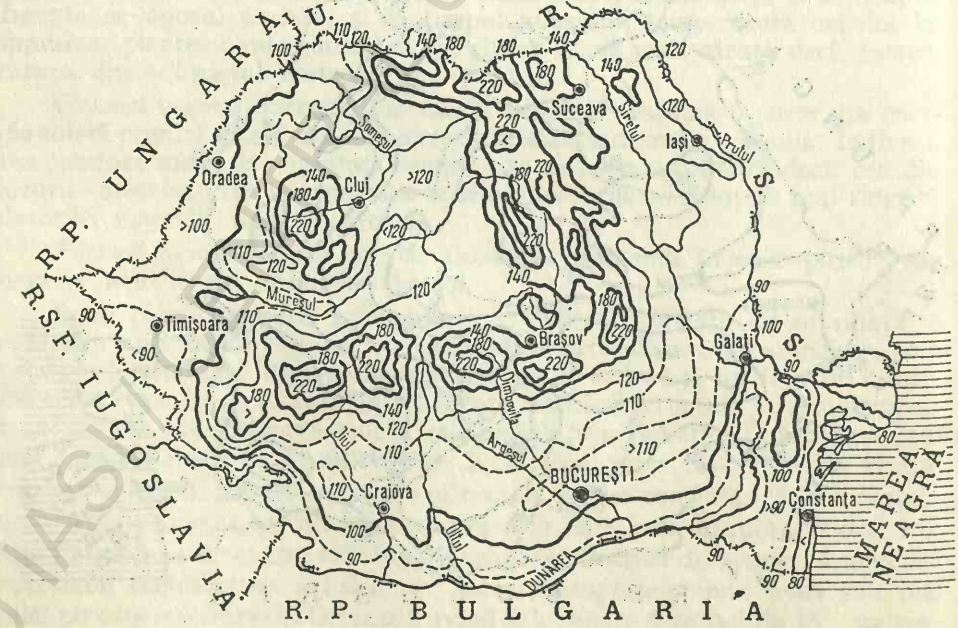


Fig. 67 — Numărul anual al zilelor cu îngheţ (temp. minime $\leqslant 0°C$)

BCU IAŞI UNIVERSITY LIBRARY

rul acestor zile crește pînă la 110—115, fiind însă mai redus pe dealurile din nordul Olteniei și Munteniei decît pe văi. În Cîmpia de Vest sînt de asemenea mai puțin de 100 zile cu îngheț pe an, exceptînd porțiunea vestică, cea mai joasă, unde depășește 100 de zile, datorită persistenței aerului rece pe fundul Depresiunii Panonice. În Transilvania frecvența anuală a înghețului este mai redusă pe culoarul Mureșului, în afară de Alba-Iulia (110 zile pe an) și crește apreciabil spre est și mai ales pe fundul depresiunilor intracarpatice, unde iarna predomină inversiunile termice (160 zile la Gheorghieni). În Moldova sînt anual între 110 și 120 zile cu îngheț în Cîmpia Siretului și cea a Covurluiului și între 120 și 140 zile pe Podișul Sucevei și Bîrladului.

Cea mai mare parte a acestor zile de îngheț se produc în perioada octombrie-aprilie. În lunile mai și septembrie, înghețurile apar sporadic și în mod cu totul excepțional în iunie. Prevederea zilelor în care se produce înghețul în aer sau pe sol se poate face în mod eficace, numai prin metode sinoptice și precizată după elemente legate de factorii locali (analizați anterior).

În general, toate răcirile depind în egală măsură atît de caracteristicile masei de aer rece, care invadează teritoriul, cît și de orografia zonelor, de natura solului și de învelișul vegetal.

Alți factori care intensifică înghețul

— Cerul senin favorizează radiația puternică de la sol spre atmosferă. Lipsa norilor înseamnă mai puțini vapori de apă și absența unui ecran care să reflecte radiația înapoi spre pămînt.

— Aerul uscat permite o mai mare pierdere de energie (vaporii de apă intensifică reținerea de energie în atmosferă).

— Absența vîntului creează condiții pentru stratificarea aerului, pătura cea mai rece situîndu-se lîngă sol.

— Slaba conductibilitate a solului frînează deplasarea căldurii de jos în sus. Aceste fenomene sînt tipice pe soluri turboase. Un covor vegetal acționează în același fel, făcînd ca multe din asemenea zone să devină pete reci, pe fondul zonelor mari fără îngheț.

— Un sol umed înmagazinează mai multă căldură în timpul zilei (avînd o capacitate calorică mai ridicată) și se răcește mai greu în timpul nopții, putînd împiedica apariția înghețului. În condițiile favorabile unei evaporări intense în timpul zilei, solurile îmbibate se încălzesc mult mai greu, fiind încă de la începutul serii mai reci decît cele uscate.

Astfel, în funcție de condițiile atmosferice și de numărul nopților cu îngheț, prezența umidității în sol poate împiedica sau favoriza producerea înghețului, pe suprafața solului.

Lunile în care se întîlnesc cele mai frecvente înghețuri sînt: aprilie și octombrie, după care urmează în ordine descrescîndă luna mai, septembrie și iunie în care înghețurile sînt întîlnite în mod cu totul excepțional.

Temperatura la care planta suferă sau pierde se numește temperatura critică. În tabelul 32 sînt date limitele orientative de rezistență a principalelor culturi la temperaturi joase, în funcție de faza de dezvoltare.

Tabelul 32

Rezistența principalelor plante agricole la înghețuri în diferite faze de vegetație (după Maximov)

Plantele	Răsărirea		Înflorirea		Coacerea	
Foarte rezistente la înghețuri						
Grîu de primăvară	−9*	−10**	−1*	−2**	−2*	−4**
Ovăzul	−8	− 9	−1	−2	−2	−4
Orzul	−7	− 8	−1	−2	−2	−4
Mazărea	−7	− 8	−2	−3	−3	−4
Lintea	−7	− 8	−2	−3	−2	−4
Coreandrul	−8	−10	−2	−3	−3	−4
Rezistente la înghețuri						
Lupinul albastru	−6	− 8	−3	−	−3	−
Măzărichea de primăvară	−6	− 7	−3	−	−2	−4
Bobul	−5	− 6	−2	−3	−3	−
Floarea-soarelui	−5	− 6	−2	−3	−2	−3
Muștarul alb	−6	− 4	−2	−3	−3	−
Inul	−5	− 7	−2	−3	−2	−4
Cînepa	−5	− 7	−2	−3	−2	−4
Sfecla de zahăr	−6	− 7	−2	−3	−	−
Sfecla furajeră	−6	− 7	−	−	−	−
Morcovul	−6	− 7	−	−	−	−
Varza	−9	−10	−	−	−	−
Rezistența mijlocie la înghețuri						
Lupinul galben	−4	−5	−2	−3	−2	−
Soia	−3	−4	−2	−2	−2	−3
Dughia	−3	−4	−1	−2	−2	−3
Slab rezistente la înghețuri						
Porumbul	−2	−3	−1	−2	−2	−3
Meiul	−2	−3	−1	−2	−2	−3
Iarba de Sudan	−2	−3	−1	−2	−2	−3
Sorgul	−2	−3	−1	−2	−3	−
Cartoful	−2	−3	−1	−2	−1	−2
Tutunul (mahorca)	−2	−3	−	−	−2	−3
Nerezistente la înghețuri						
Hrișca	−1	−1	−1	−	1,5	−2
Fasolea	−1	−1,5	−0,5	−1	−2	−
Ricinul	−1	−2	−1	−	−2	−3
Bumbacul	−0,5	−1	−0,5	−1	−1	−
Bostănoasele	−0,5	−1	−0,5	−1	−0,5	−1
Orezul	−0,5	−1	−0,5	−	−	−
Susanul	−0,5	−1	−	−	−	−
Arachide (alune de pămînt)	−0,5	−1	−	−	−	−
Castraveți	0	−1	0	−1	0	−1
Pătlăgele roșii	0	−1	0	−1	0	−1
Tutun	0	−1	0	−1	0	−1

* Limitele termice corespunzătoare începutului vătămării în °C.
** Limitele termice corespunzătoare distrugerii plantelor în °C.

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Cunoașterea particularităților condițiilor locale de sol, relief, vegetației și influența lor asupra intensității înghețurilor este deosebit de necesară pentru aplicarea diferențiată a măsurilor de combatere.

Metode de prevenire și combatere a înghețurilor

Posibilitățile actuale de luptă împotrivă înghețurilor tîrzii de primăvară și timpurii de toamnă, pot fi grupate, din punct de vedere al principiului de combatere, în următoarele grupe:

— Măsuri practice înainte de plantare sau însămînțare.
— Măsuri prin care se urmărește atenuarea radiației nocturne.
— Măsuri prin care se realizează creșterea temperaturii solului și aerului.
— Mijloace mecanice (ventilarea aerului) prin care se împiedică formarea inversiunilor termice în stratul de aer din vecinătatea solului.
— Măsuri agrofitotehnice prin care se influențează proprietățile termice ale stratului arabil și procesele radiative de la suprafața solului.

Măsuri practicate înainte de plantare sau însămînțare

Asigură protecția cea mai eficientă, fapt pentru care prezintă o deosebită importanță practică. Astfel, plantele sensibile la îngheț trebuie cultivate pe pante cu expoziție sudică sau sud-vestică, care să asigure și scurgerea cu ușurință a aerului rece pe văi.

Este recomandabil ca plantarea pomilor să se facă pe pante ferite total de înghețuri, sau cu risc minim. În genere, sînt de preferat pantele care determină o întîrziere în dezvoltarea mugurilor primăvara acolo unde există pericol de îngheț (în această situație dezmuguritul se produce după trecerea pericolului de îngheț).

În cazul plantațiilor pe pante, trebuie evitată formarea de liziere compacte (impermeabile), din pomi sau arbori, care determină stagnarea aerului rece și scăderea temperaturii.

Densitatea și distribuția pomilor trebuie să fie astfel aleasă încît să permită ușor scurgerea aerului rece pe panta inferioară, în văi. Pe fundul văilor, datorită stagnării aerului rece, se va evita plantarea speciilor sensibile la îngheț.

Măsuri prin care se urmărește atenuarea radiațiilor nocturne

Fumigație. Această metodă se bazează pe principiul micșorării efectului radiației nocturne cu ajutorul unui ecran protector de aerosoli de durată limitată, generat de o substanță fumigenă. Este o metodă cunoscută și utilizată pe scară largă în România (fig. 68).

Fumul micșorează pierderile de căldură prin radiație, avînd rolul de ecran protector față de plantații.

În cazul în care pentru fumigare se folosesc reziduuri de plante (gunoi), în dimineața următoare prezența acestuia pe sol, intensifică albedoul și mic-

șorează în acest fel fluxul de căldură spre sol. Deci, suprafața solului acoperită cu gunoi trebuie să fie minimă.

Prezența unui vînt slab favorizează acțiunea de combatere a înghețului, împrăștiind ușor fumul pe suprafața protejată.

Vînturile puternice dimpotrivă, împrăștie rapid stratul de fum, diminuînd rezultatele.

În practica actuală sînt mai indicate aparatele de încălzit care fac puțin fum, pentru a evita poluarea atmosferei. Fumurile chimice, în general, au valoare mică din cauza lipsei vaporilor de apă și reținerii prea slabe a radiației de la sol.

În alegerea substanței fumigene, trebuie avut în vedere ca să nu aibă efect toxic asupra culturilor și cultivatorilor. Obișnuit se folosesc substanțe, care prin combinație chimică și ardere emit aerosoli (particule solide extrem de fine, dispersate în mare cantitate în aer). Cei mai indicați sînt aerosolii de culoare albă, deoarece albul are o putere de reflecție mare și împiedică astfel producerea radiației nocturne.

Neîncrederea cu care această metodă este întîmpinată de către unii cultivatori, se datorește utilizării nerationale a materialului sau folosirii de substanțe necorespunzătoare. Eficiența slabă în acțiunea de combatere, se obține mai ales cînd materialul fumigen arde prea repede, iar fumul produs nu formează un strat suficient de dens și de persistent de aerosoli pentru a proteja culturile.

Tot astfel trebuie apreciate și sărurile de fosfor care aprinzîndu-se mai ușor în contact cu aerul, formează perdele nepersistente și prezintă pericol de incendiu. Substanțele care produc cețuri uleioase de asemenea s-au dovedit ineficace datorită depunerii rapide a aerosolilor pe plante și pe suprafața solului. Menținerea, în acest caz, a perdelelor de fum un timp mai îndelungat în atmosfera joasă, necesită un consum mare de substanțe, ceea ce face metoda prea costisitoare. Totodată, picăturile de ulei se așază pe pante, formînd suprafețe continue, toxice, care înăbușă planta.

La noi în țară se folosesc brichete fumigene de fabricație românească, care au dat rezultate bune atît în încercările experimentale, cît și în producție.

Grămezile fumigene dau rezultate bune cînd sînt folosite în asociere cu brichetele fumigene.

În continuare, se dau indicații asupra modului de constituire și de folosire a grămezilor fumigene.

Pentru a se obține un dispozitiv care să producă fum mult și în același timp arderea

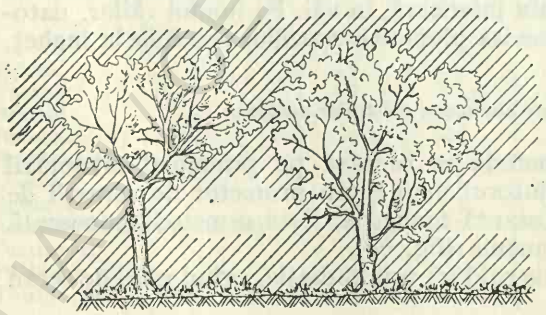


Fig. 68 — Distribuția ecranului de fum protector în jurul pomilor

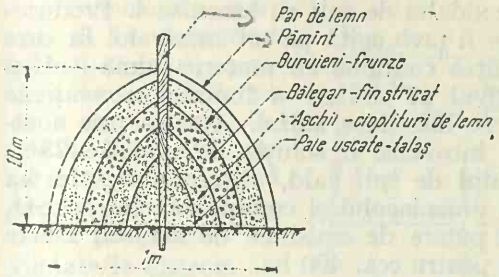


Fig. 69 — Schema unei grămezi fumigene

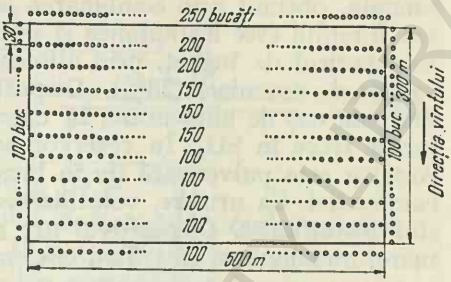


Fig. 70 — Repartiția grămezilor fumigene într-o livadă

să fie lentă, materialul se așază în așa fel încît să ardă înăbușit. Pentru aceasta reziduurile din gospodărie se așază în grămezi înalte de 1—1,20 m avînd la bază un diametru aproximativ egal cu înălțimea. Se bate în pămînt un par ceva mai înalt decît va fi înălțimea grămezii, iar în jurul lui materialul este dispus în straturi, în ordinea următoare: imediat în jurul parului se pun paie uscate și talaj, deasupra acestora, surcele și crengi subțiri (fig. 69). Al treilea strat e format dintr-un amestec de frunze și gunoi de grajd. Peste toate acestea se pune un strat de pămînt cam de 10 cm și se bătătorește bine. În felul acesta aerul nu poate pătrunde în interior și arderea se produce încet și înăbușit. Se obține un fum și mai abundent dacă la materialele amintite se adaugă și uleiuri minerale sau amestec de țipirig cu var. Cînd se procedează la aprinderea grămezii, se scoate parul și în locul rămas se pun paie îmbibate în gaz, cărora li se dă foc. Aprinderea trebuie făcută pe cît posibil în același timp la toate grămezile. Pentru obținerea rezultatului dorit, cînd sînt folosite singure, sînt necesare 40—60 grămezi la ha, dispuse în rînduri perpendiculare pe direcția vîndului dominant (fig. 70). În incinta protejată se obține astfel o ridicare a temperaturii cu 1°—2°C. Întreținerea fumului și după răsăritul soarelui este indicată și în cazul folosirii grămezilor fumigene.

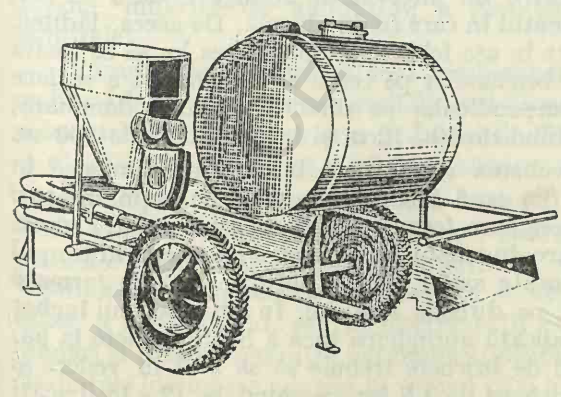


Fig. 71 — Aparat generator de aerosoli pentru fumigație (clișeul executat de ing. I. Costache)

O serie de greutăți tehnice în realizarea acestui sistem de protecție constă în faptul că, necesită cantități mari de material, care nu totdeauna sînt ușor de găsit, pe de altă parte grămezile nu pot fi deplasate cu modificările direcției din care bate vîntul.

Metoda fumigației este susceptibilă la îmbunătățiri apreciabile. Astfel, firma franceză Lachazette propune un dispozitiv (fig. 71) care produce fum alb și greu, de sulfit de

amoniu, obținut prin combinarea bioxidului de sulf cu amoniacul. Producerea fumului este instantanee și poate fi prelungită pe tot intervalul în care este pericol de îngheț, prin alimentarea continuă cu materie primă (sulf și soluție de amoniac) (23%). Dispozitivul de emitere a fumului se compune dintr-un coș de alimentare, în care se introduce sulful. Aceasta prin combustie trece în SO_2. În rezervor se introduce o soluție de amoniac 23%. Aceasta este pulverizată fin în bioxidul de sulf cald, obținut de pe urma combustiei. Ca urmare, volatilizarea amoniacului și combinarea lui cu SO_2 sînt instantanee. Dispozitivul are o putere de emisiune de aerosoli foarte mare, un singur aparat fiind eficient pentru cca. 400 ha.

Această metodă poate fi aplicată și în țara noastră cu condiția ca brichetele fumigene să fie procurate din timp și păstrate în încăperi neîncălzite dar ferite de igrasie și de variații mari de temperatură sau umezeală.

Pe tot intervalul cu pericol de brume și înghețuri se impune organizarea unui sistem de avertizare, în cadrul căruia se vor urmări cu atenție buletinele meteorologice difuzate zilnic de Institutul Meteorologic prin presă, radio și televiziune. De asemenea trebuie urmărit aspectul timpului în zona culturilor. Cu ajutorul unui termometru așezat pe suprafața solului în zona cultivată, se măsoară temperaturile suprafeței solului în fiecare seară la orele 20. Dacă temperatura coboară sub 10°C, cerul este senin, iar vîntul nu depășește 4 m/sec, se dă prima avertizare, iar citirile la termometru trebuie făcute din oră în oră. Din momentul în care temperatura scade sub 5°C, măsurătorile se impun din sfert în sfert de oră.

În momentul în care, în aceleași condiții de nebulozitate și vînt, temperatura pe sol scade între 1,5°C și 2°C, se dă alarma și se începe aprinderea brichetelor și grămezilor fumigene.

Așezarea brichetelor și grămezilor fumigene pe teren, trebuie făcute astfel încît în momentul alarmei să se poată acționa cu cea mai mare viteză. Grămezile se construiesc de la începutul campaniei de protecție, socotindu-se 2—3 grămezi la ha, în cazul în care se folosesc asociate cu brichete. Brichetele, 8—10 bucăți de 1,8 kg la hectar, pentru un interval de fumigație de 3—4 ore, se așază pe teren numai în momentul în care se dă alarma. De aceea, lădițele în care sînt ambalate se vor așeza în așa fel încît manipularea lor să se poată face cu repeziciune. Dispunerea brichetelor pe teren se recomandă a se face în rînduri paralele, orientate perpendicular pe direcția vîntului dominant, distanța între brichete pe rînd fiind de 10—12 m și între rînduri de 100 m.

În figura 72 este redată schema repartizării brichetelor fumigene în cadrul experienței de la Istrița din anul 1960. În acest fel se obțin fronturi de fum paralele, care prin omogenizare formează într-un timp relativ scurt, o pătură continuă. În cazul în care, în cursul nopții vîntul se rotește în timpul înghețului, brichetele trebuie mutate astfel, încît fronturile de fum formate să fie întotdeauna perpendiculare pe direcția vîntului. În situația unui îngheț intens și de durată mare, este indicată aprinderea încă a 3—5 brichete la ha. De aceea, la calculul necesarului de brichete trebuie să se aibă în vedere și această rezervă; numărul de brichete de 1,8 kg revenind la 12—15 bucăți la ha.

Fumul este indicat să fie întreținut încă 1—2 ore după răsăritul soarelui. Se va da o mare atenție întreținerii fumului după răsărit, căci dacă razele soarelui ajung direct pe plantele înghețate le distrug.

Suprafața minimă pentru care metoda fumigației este eficace, este de 20 ha. Aplicată pe suprafețe mai mici, nu dă rezultate satisfăcătoare deoarece nu se poate realiza un microclimat corespunzător. Un volum mic de aer încălzit, (realizat pe suprafețe reduse de teren) se amestecă repede cu aerul înconjurător și nu se poate realiza încălzirea necesară.

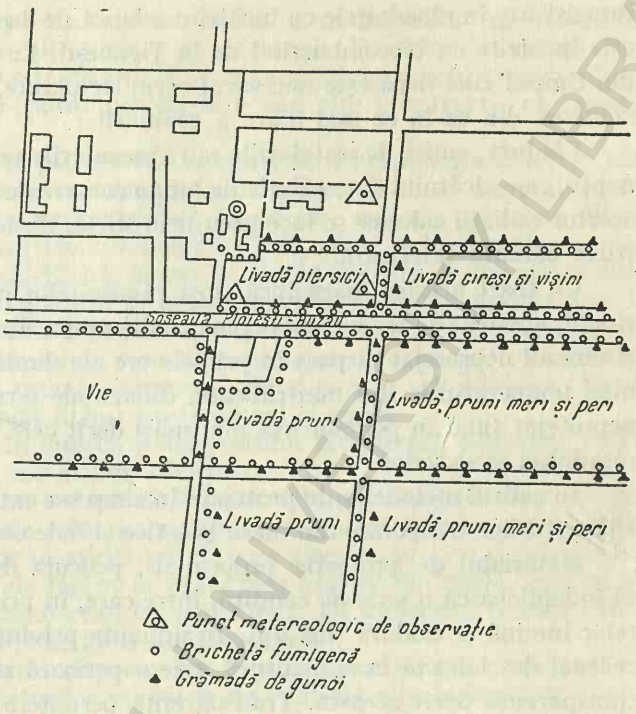


Fig. 72 — Amplasarea materialelor fumigene într-o cultură pomicolă (Istria — 1960)

Adăpostirea (construcției fixe sau mobile). În luptă cu condițiile nefavorabile ale climei pentru obținerea timpurie a răsadurilor, cultivatorii au utilizat diferite mijloace de adăpostire a plantelor tinere, ca de exemplu răsadnițele.

Răsadnițele nu asigură însă temperatura necesară mult înainte de a fi realizată în natură, dar fac posibilă protejarea culturilor în timpul înghețurilor și brumelor tîrzii de primăvară. Însușirile fizice ale sticlei, elementul principal al răsadnițelor, au făcut posibilă realizarea acestei metode culturale.

Astfel, transparența sticlei față de radiațiile luminoase precum și proprietatea ei de a reține radiațiile obscure calorice, sînt elementele care asigură plantelor lumina și păstrarea căldurii în interiorul construcției. Ridicarea valorilor de temperatură în răsadnițe se obține cu ajutorul aburilor, a apei calde, a aerului cald, sau al electricității în cazul răsadnițelor cu încălzire tehnică și prin fermentația biocombustibilului în răsadnițele încălzite biologic. Radiațiile luminoase adaugă în timpul zilei la temperaturi realizarea în răsadnițe, un număr suplimentar de grade, după cum se poate vedea din datele

înregistrate în răsadnițele cu încălzire tehnică de la Băneasa și Țigănești și în cele încălzite cu biocombustibil de la Țigănești. La un moment dat, căldura din timpul zilei depășește necesarul cerut de plante, astfel că se impune deschiderea din ce în ce mai mare a geamurilor.

Căldura, emisă de instalațiile sau amenajările proprii răsadniței în timpul nopții, este alcătuită din radiația de lungime mare de undă (0,8 μ), iar pierderea acestor radiații calorice se face greu prin sticlă, răsadnițele își mențin în mare parte căldura interioară.

Cu toate acestea, dacă încălzirea răsadnițelor nu este permanent întreținută, acestea se răcesc treptat pînă ce diferența dintre interiorul construcției și terenul neprotejat dispare în primele ore ale dimineții. Către centrul răsadniței temperaturile sînt mai ridicate, diferențele termice în raport cu terenul neprotejat fiind în permanență mai mari decît cele semnalate între marginea răsadniței și exterior.

În cadrul metodelor de protejare în cîmp s-a extins în ultimii ani practica adăposturilor temporare din mase plastice și îndeosebi a celor din polietilenă.

Materialul de protecție propriu-zis, pelicula din mase plastice, trebuie să îndeplinească o serie de condiții, între care, în primul rînd să asigure plantelor lumină și căldură (fig. 73). În anumite privințe pelicula de polietilenă, cel mai des folosită în agricultură, este superioară sticlei obișnuite, fiind mai transparentă decît aceasta. Transparența permite o luminare bună a plantelor, însoțită și de o încălzire apreciabilă a adăpostului. Alte avantaje ale polietilenei constau în prețul ei redus, în faptul că poate fi sudată astfel că prin reunirea mai multor folii să se obțină învelișuri cu suprafața mare, perfect etanșe. În ceea ce privește celelalte însușiri fizice, menționăm că polietilena rezistă între limitele de temperatură de la —40°C la +90°C. Policlorura de vinil folosită și ea ca material de protecție rezistă de asemenea pînă la —40°C, însă limita superioară termică nu depășește +40°C. Ambele materiale au elasticitate și rezistență mare.

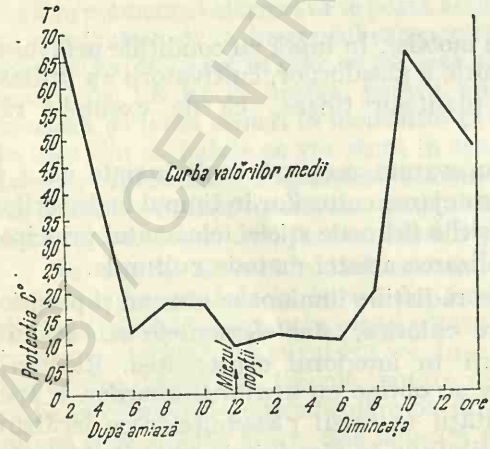


Fig. 73 — Gradul de protejare dat de materialul plastic. Valoarea „O" arată că temperatura din adăpost și cea din interior sînt egale

Polietilena prezintă însă o serie de dezavantaje care limitează folosirea ei. Astfel, elasticitatea și rezistența pentru care este atît de apreciată, se degradează sub influența

variațiilor mari de temperatură și umezeală, a intemperiilor și îndeosebi a radiațiilor apropiate de ultraviolete și infraroșii. Deoarece se uzează după cca 2 ani de folosire, aceste materiale se recomandă îndeosebi pentru adăposturi temporare și mai puțin pentru sere sau alte construcții cu caracter permanent.

Un alt dezavantaj al polietilenii îl constituie transparența la fel de mare pentru un larg spectru de radiație. Se știe în prezent că ea asigură un grad de încălzire satisfăcător, fapt verificat la diferite culturi, pe soluri diferite și în condiții de climă variate. S-a observat însă, chiar de la primele cercetări, că în adăposturile de polietilenă, în caz de îngheț nocturn, temperatura scade uneori sub valorile înregistrate în atmosfera liberă, oricîte măsuri s-ar lua pentru închiderea perfectă a construcției. Acest fenomen de inversiune termică observat între adăpost și terenul neprotejat se datorește transparenței polietilenei atît pentru radiații luminoase cît și pentru cele calorice obscure, de lungime mare de undă (0,8μ) emise de sol și plante.

Stagnarea aerului în interiorul adăpostului favorizează pierderile de căldură prin radiație și intensifică răcirea.

Aspectele arătate nu trebuie să limiteze folosirea adăposturilor din polietilenă; se cer însă unele măsuri speciale care să reducă la minimum însușirile negative ale maselor plastice. Astfel, acoperirea cu prelate și rogojini care se recomandă pe timp de îngheț în cazul răsadnițelor din sticlă, este cu atît mai mult necesară în cazul celor cu polietilenă. De asemenea trebuie evitată folosirea mulciurilor în interiorul adăposturilor.

În acest fel utilizarea adăposturilor de polietilenă pentru protejarea culturilor, împotriva înghețurilor nocturne de radiație este indicată în funcție de speciile și soiurile de plante cultivate, iar plantarea în cîmp se poate face cu 2—4 săptămîni mai devreme.

Perdele de protecție și mulci. Alături de măsurile menționate în acțiunea de protecție a culturilor împotriva înghețurilor se folosesc perdele vegetale formate din diferite specii de plante sau din materiale. Astfel, perdelele din plantații forestiere, din scînduri, trestie etc., cu un caracter mai mult sau mai puțin permanent trebuie orientate perpendicular pe direcția vîntului dominant (fig. 74). Pot fi însă și perdele temporar alcătuite din culise de plante anuale (porumb, sorg etc.).

Ceea ce trebuie de reținut în cazul perdelelor de protecție este amplasamentul lor. Dacă terenul este în pantă, perdelele trebuie neapărat amplasate deasupra terenului cultivat. Amplasarea lor pe pante în aval de cultură, constituie dimpotrivă un mijloc de favorizare a producerii înghețului, prin acumularea aerului rece.

Mijloace prin care se realizează creșterea temperaturii solului și a mediului ambiant

Încălzirea pe cale artificială a solului și a stratului de aer din vecinătatea sa, constituie un mijloc important de combatere a înghețurilor. În această acțiune distingem două aspecte: primul care se referă la încălzirea solului și al doilea la încălzirea mediului ambiant.

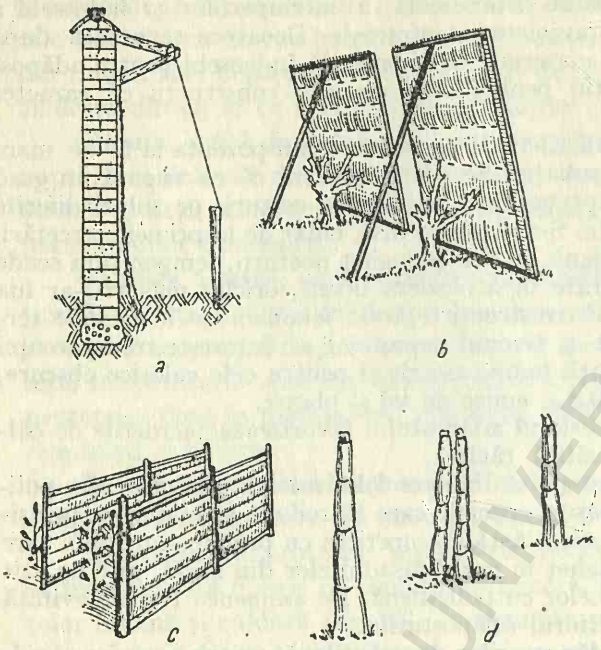


Fig. 74 — Diferite perdele de protecție:
a — perdea din pînză pentru șpalier; *b* și *c* — perdele temporare din trestie și paie; *d* — adăpost din trestie sau paie

Încălzirea suprafeței solului se poate face prin dirijarea apei calde sau a aburilor rămași neutilizați de la încălzirea serelor sau proveniți de la o unitate industrială. Acolo unde există, pot fi folosite apele termale.

De la o sursă de încălzire, aburii aduși în prealabil la o presiune de 0,5 atmosfere, cu ajutorul unor ventile de amortizare, sînt conduși, către terenul ce urmează a fi protejat, prin țevi din metal, avînd un diametru corespunzător suprafeței terenului (5—6 cm). La aceste țevi de alimentare se recomandă drenurile făcute din tuburi de pămînt ars, azbociment etc., care se îngroapă la o adîncime de 30 — 53 cm. Cu ajutorul acestui sistem de încălzire se obține o ridicare a temperaturii solului de 15°—20°C la adîncimea de 10 cm. În stratul din imediata vecinătate a solului, respectiv 5 cm înălțime deasupra terenului încălzit, aerul depășește cu 4°—5°C temperatura din terenul neprotejat.

Încălzirea mediului ambiant se poate realiza cu ajutorul unor sobițe sau arzătoare sau folosind instalații emițătoare de radiații infraroșii. Încălzirea se poate asigura cu combustibil lichid (motorină, țiței etc.) sau prin curent electric.

Indiferent de modul în care se realizează încălzirea aerului atrage după sine formarea curenților de convecție. Figura 75 prezintă circulația aerului într-o livadă după aprinderea încălzitoarelor.

Dispozitivele emițătoare de radiații infraroșii se compun dintr-un rezervor în care se introduce combustibilul.

Prin arderea combustibilului se încălzește pînă la roșu un horn care, ulterior, emite radiații infraroșii. Pentru a împiedica pe cît posibil pierderea acestor radiații în partea superioară a instalației, hornul este prevăzut cu un ecran care reflectă către sol căldura primită. Acest sistem prezintă ca avan-

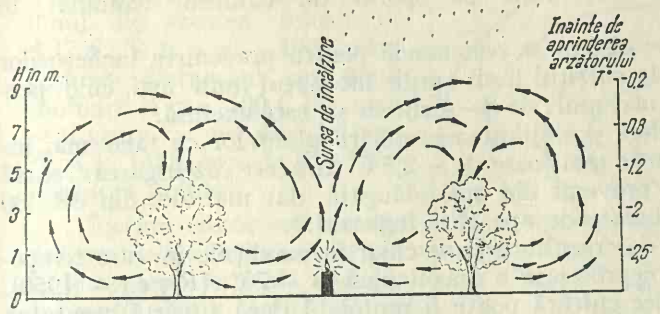


Fig. 75 — Circulația tipică a aerului după aprinderea încălzitorului

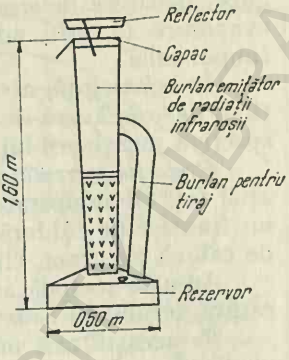


Fig. 76 — Emițător de radiații infraroșii (tip Hy-Lo)

taj faptul că înlătură fumul și reziduurile țițeiului sau motorinei, atît de dăunătoare pomilor în floare.

În țara noastră, a fost experimentat dispozitivul Hy-Lo construit de firma franceză Sefacal (D o n e a u d —1968) (fig. 76). Aceasta are o capacitate de încălzire de 600—1000 m³, ceea ce permite încălzirea unei suprafețe de 50—100 m² pînă la înălțimea de aproximativ 10 m. Consumul de motorină poate fi reglat de la 2 l la 4 l/oră cu o emitere de 17 000 respectiv 35 000 cal/oră. Capacitatea rezervorului de 35 l asigură așadar combustibilul pentru 7—15 ore de funcționare, după cum este reglată arderea, în funcție de intensitatea înghețului.

Metoda irigării. Protecția contra înghețului cu ajutorul irigațiilor poate fi realizată prin una sau două metode, alegerea lor depinzînd de felul culturii, ce urmează să fie protejată și severitatea anticipată a înghețului. Cele două metode sînt denumite protecția preventivă și curentă.

Protecția preventivă constă în umezirea solului în timpul orelor calde de amiază. Solul umed permite căldurii primită de la soare să fie transmisă mai departe în straturile inferioare. Atunci cînd bilanțul radiativ devine negativ (în cursul nopții), căldura înmagazinată în straturile profunde împiedică scăderea temperaturii.

Această metodă se recomandă a fi practicată în cazul plantelor cu talie mică, unde solul este dezgolit și expus radiațiilor, iar temperaturile scăzute nu vor coborî mai mult de —2°C, —2,5°C. Eficiența metodei depinde foarte mult de gradul de insolație de înaintea înghețurilor.

Cînd înghețul durează o perioadă mai mare de 3—4 zile în șir, (ceea ce se întîmplă rar în fazele critice ale plantelor), acest sistem poate aduce pa-

gube, deoarece determină un consum mai mare de căldură, în procesele de evaporare (a apei adăugate) față de sporul de căldură acumulat în timpul zilei.

În consecință, acest sistem se recomandă pentru prevenirea înghețurilor tîrzii de primăvară de la sfîrșitul lunii aprilie începutul lunii mai, cînd perspectiva menținerii lui mai mult de 3—4 zile în șir este exclusă.

Protecția curentă oferă posibilitatea protejării plantelor cu talie mai înaltă, față de temperaturile mai joase de —2,5°C. În acest caz irigarea creează un transfer de căldură provenit din apă adăugată, dar mai ales din cele 80 de calorii pe gram, eliberate de apa care îngheață.

Această metodă a dat rezultate bune chiar în condițiile în care temperatura aerului în zona neprotejată a scăzut pînă la —7°C (R y e r — 1950).

Pe această cale orice cultură poate fi protejată dacă suportă greutatea gheții. În această situație, plantele rămîn nevătămate dacă temperatura gheții se menține în jurul a 0°C.

Pentru a realiza aceste condiții este necesar să se constituie stropitul, uneori intermitent, pînă cînd temperatura aerului depășește 0°C (iar înghețul încetează). De regulă stropirea trebuie continuată pînă ce gheața formată se topește. Dacă nu se face această stropire intermitentă pentru a favoriza topirea gheței (după ce pericolul de îngheț a trecut), o parte din căldura necesară dezghețului va fi cedată de plantă, iar țesuturile ei pot îngheța. Deci este cu totul nepotrivit să se facă în asemenea împrejurări o singură stropire.

Această metodă este potrivită în cazul plantelor care se îndoaie sub greutatea peliculei de gheață, dar nu se rup. În orice caz trebuie evitată formarea unui strat gros de gheață care să determine ruperea crengilor în plantații.

Eficiența metodei nu depinde cu nimic de inversiunea termică a aerului.

Atunci cînd sînt de așteptat înghețuri sub —5°C nu poate fi aplicată însă această metodă deoarece necesită cantități mari de apă.

Prin aplicarea irigațiilor sau stropirilor cu apă se obține o creștere sensibilă a umidității aerului, care, ridicînd temperaturile punctului de rouă, reduce astfel intensitatea răcirii în timpul nopții.

Mijloace mecanice (ventilarea aerului)

Prin ventilarea aerului, se urmărește amestecarea păturilor de aer rece din vecinătatea solului, cu aerul mai cald de deasupra, în scopul distrugerii inversiunii termice. Această metodă se bazează pe constatarea că inversiunea de radiație se produce de regulă în nopțile calme, iar vîntul, cu o viteză ce depășește 4 m/sec, distruge acest tip de inversiune.

Este cunoscut faptul că, în mod obișnuit temperatura aerului scade cu înălțimea; în cazul inversiunilor termice însă temperatura, dimpotrivă, crește cu înălțimea, datorită radiației puternice pe timp calm. Stratul de aer în care se produce inversiunea are o grosime relativ redusă; între 2 și 100 m, în funcție de caracteristicile masei de aer (temperatură, umezeala relativă, umezeala absolută etc.).

Ventilarea aerului se face pe cale mecanică cu ajutorul unor instalații speciale de mare capacitate.

În prezent, sînt cunoscute două tipuri de ventilatoare. Unul din acestea, folosit în S.U.A. (S h o w — 1967) este compus dintr-unul sau două motoare (a cca. 100 C.P.), care se fixează pe un disc într-un turn, la înălțimea de 10—12 m deasupra solului.

Fiecare motor este prevăzut cu o elice, instalată în poziție aproape verticală sau ușor înclinată (30°), astfel că în timpul rotirii acesteia curentul de aer să fie aproape orizontal, amestecînd straturile de aer în zona de inversie.

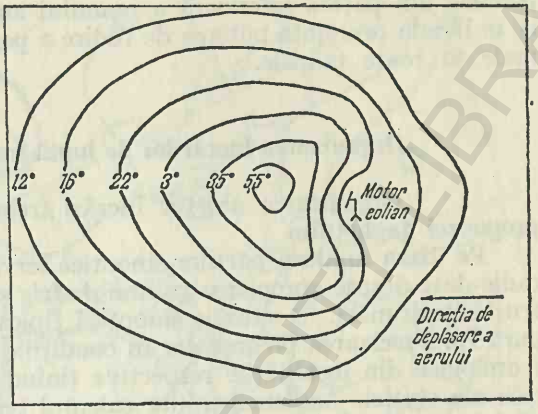


Fig. 77 — Izotermele efectului unui motor eolian de 90 C.P.

De la locul de instalare, din grădină, ventilatorul poate provoca în nopțile calme, turbioane de vînt ce se resimt pe o rază de circa 100—120 m. Viteza motorului este de 700—900 rotații pe minut.

Prin acest sistem de ventilare, aerul rece care înconjoară copacii la bază (răcit de radiația solului) este înlocuit cu aerul cald de deasupra. Efectul pozitiv al instalației este prezentat în figură 77 (B r o c k s 1952), care reprezintă sub formă de izolinii creșterea temperaturii în urma folosirii unui motor de 90 C.P. într-o noapte, cu inversie termică de 6°C (măsurată între 1,5 și 20 m înălțime).

Figura 78 ilustrează efectul mijloacelor de combatere mecanică (ventilare) într-o livadă de peri, din care se constată că în livada neprotejată toate

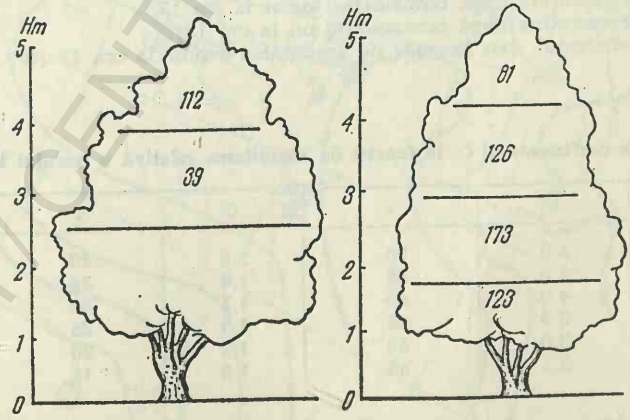


Fig. 78 — Producția de fructe la un păr protejat (d r e a p t a) și neprotejat (s t î n g a)

fructele din partea inferioară a pomului au fost distruse de îngheț în timp ce în livada protejată puterea de rodire a pomului s-a menținut în limite normale în toate etapele.

Organizarea lucrărilor de luptă împotriva înghețurilor

Organizarea acestor lucrări trebuie să înceapă de la asigurarea prognozei înghețului.

Pe baza analizei hărților sinoptice serviciul de prognoză transmite prin radio date despre apropierea valului de frig și despre pericolul de îngheț, pentru teritorii mari. O situație sinoptică tipică de răcire este prezentată în figura 79. Precizarea prognozelor în condițiile locale se face la stațiile agrometeorologice din localitățile respective ținînd cont de observațiile meteorologice ale stației. Aceasta permite calculul temperaturilor minime cu precizia pînă la 1—2°C și transmiterea avertizării despre îngheț, în conformitate cu condițiile microclimatice ale teritoriului.

Precizarea prognozei înghețurilor după observațiile stațiilor se face după o metodă stabilită prin formule.

În acest scop se folosește formula lui Mihalevski, care a dat rezultate satisfăcătoare. Calculul după această formulă este:

$$M = T_1 - (T - T_1)C$$

pentru determinarea temperaturii minime a aerului și

$$M = T_1 - (T - T_1)\,2C$$

pentru determinarea temperaturii minime la suprafața solului.

în care:

M este temperatura minimă prognozată;
T — temperatura după termometrul uscat la ora 13;
T_1 — temperatura după termometrul ud la ora 13;
C — coeficientul, care depinde de umiditatea aerului la ora 13 (tab. 33).

Tabelul 33

Valorile coeficientului C, în funcție de umiditatea relativă a aerului la ora 13

r	C	r	C	r	C
100	5,0	70	2,0	40	0,9
95	4,5	65	1,8	35	0,8
90	4,0	60	1,5	30	0,7
85	3,5	55	1,3	25	0,5
80	3,0	50	1,2	20	0,4
75	2,5	45	1,0	15	0,3

Dacă valoarea calculată va fi mai mică decît —2°C atunci se așteaptă îngheț, dacă valorile sînt între —2° și +2°C, înghețul este posibil, iar la va-

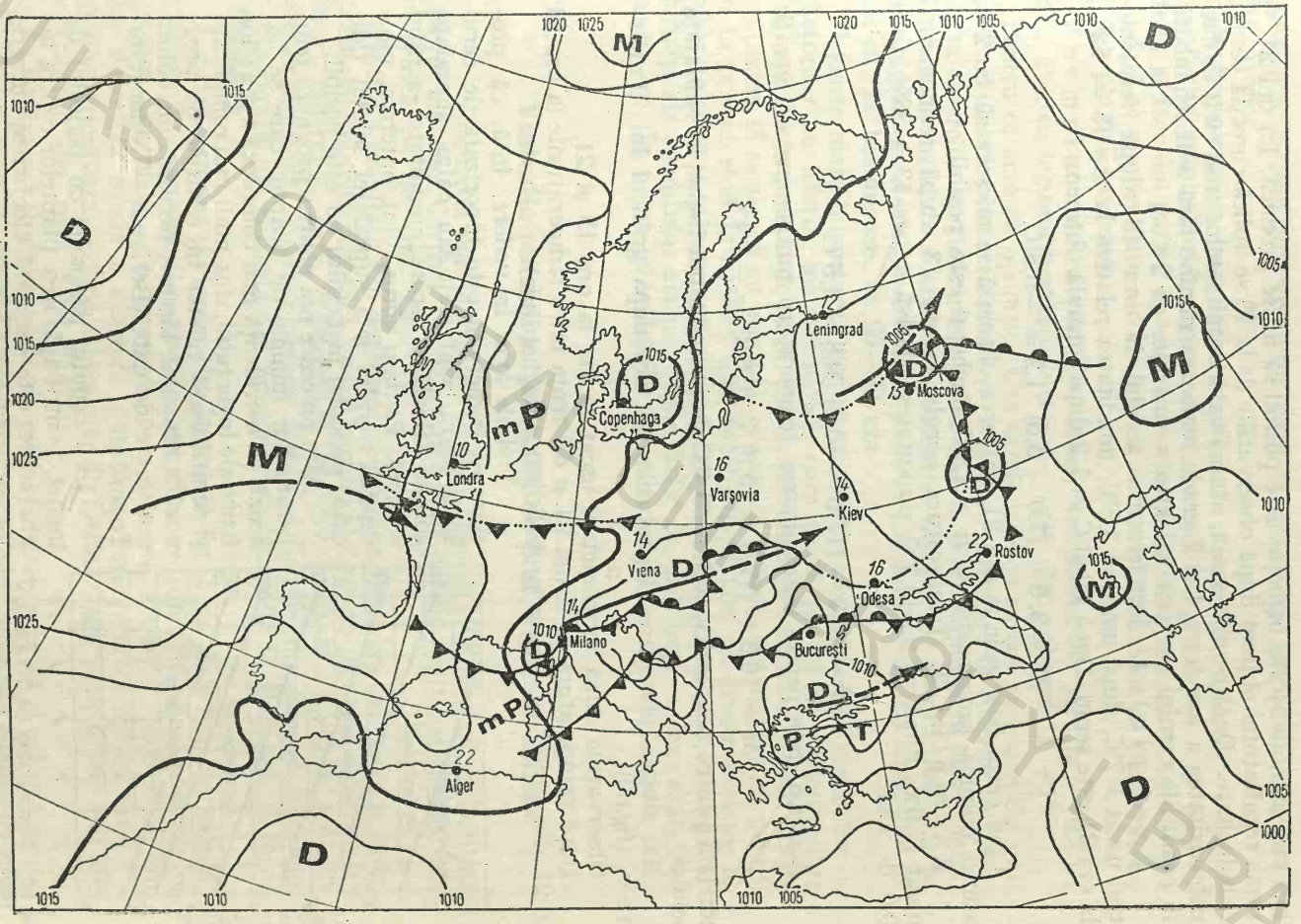


Fig. 79 — Situația sinoptică tipică de răcire

BCU IAȘI CENTRALĂ UNIVERSITARĂ LIBRARY

lori mai mari de +2°C înghețul este posibil să nu se producă. La ora 21, în urma rezultatului obținut după observațiile de la 13 se aplică corecția pentru nebulozitate. Dacă cerul e senin, atunci valorile minimelor scad cu 2°C, dacă nebulozitatea a fost între 4 și 7 grade, valoarea rămîne fără a fi schimbată, în condițiile cerului acoperit valoarea se mărește cu 2°C.

Exemplul 1. Temperatura aerului la ora 13 după termometrul uscat =7°C, după umed = 3,5°C, umiditatea relativă la ora 13 = 52%, la ora 21 este senin. După tabel C = 1,2 după formulă obținem

$$M = 3,6 - (7,0 - 3,6) \cdot 1,2 = -0,5°C.$$

Cînd cerul este senin la ora 21, valoarea obținută se micșorează cu 2°C, atunci minima prognozată va fi −2,5°C (înghețul este posibil).

Exemplul 2. Temperatura aerului la ora 13 după termometrul uscat 17,6°C, după cel ud 10,3°C, umiditatea relativă la ora 13 = 33%, C = 0,0 de aici:

$$M = 10,3 - (17,6 - 10,3) \cdot 0,8 = 4,5°C$$

Aceleași date pentru determinarea temperaturii minime pe sol vor fi:

$$M = 10,3 - (17,6 - 10,3) - (0,8,2) = -1,4°C$$

corelată pentru nebulozitatea $M = 3,4°C$ deci se așteaptă îngheț la suprafața solului.

Mai simplu prevederea înghețurilor se face după graficul lui Braunov (fig.80).

Observațiile după termometrul uscat se fac la ora 13 și 21.

După temperatura de la ora 21 și diferența între temperaturile la ora 13 și 21 din grafic se citește probabilitatea înghețului.

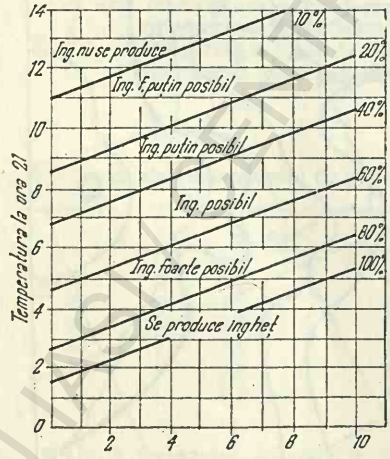


Fig. 80 — Nomograma lui Braunov pentru prognozarea înghețului

Trebuie avut în vedere, însă, că producerea înghețului este favorizată de cerul senin seara, vînt slab sau calm, suprafața solului afînată și uscată, umiditatea aerului scăzută. Pe timp noros, vînt puternic, umiditatea aerului și a suprafeței solului ridicată, pericolul înghețului nu este posibil.

Alte procedee noi pentru prognoza temperaturilor minime de noapte, care se bazează pe o evidență mai complexă a cauzelor fizice ale înghețului, sînt mult mai complicate și se utilizează numai în centrele de prognoză a timpului, întrucît necesită un volum mai mare de date (Berlandf — Nomogram-Topor etc.).

La începutul perioadei cu pericolul de îngheț, pentru apărarea plantelor contra înghețurilor este necesară efectuarea lucrărilor pregătitoare: baterii, (talere) de fum,

grămezi pentru fum din vreascuri, care se găsesc în gospodărie, așezarea încălzitoarelor.

După precizarea prognozei înghețului se verifică direcția vîntului și distribuția grămezilor fumigene. Apoi, aprinderea grămezilor sau încălzitoarelor se face din partea de unde bate vîntul, de dorit sincron pe întreg rîndul îndată ce temperatura a coborît pînă la 1°—1,5°C mai jos de temperatura critică a plantei protejate.

Exemplu: pentru pomi în floare, aprinderea se face la —0,5°C; -1,0°C. Pentru legume bostănoase și vii — deja cînd coboară la +1°C.

Pentru ca această operație să se desfășoare cu succes, pe parcelele protejate trebuie să existe termometre verificate instalate la diferite înălțimi, pe baza cărora se va determina limita critică pentru aprinderea fumigenelor. Înălțimea de instalare a acestor termometre depinde de natura plantelor pe care le protejăm. Astfel, în livadă se pune la 1,5 m înălțime, iar în grădini de zarzavat, la bostănoase, la 20—50 cm.

O foarte mare importanță pentru organizarea măsurilor de combatere a înghețurilor au hărțile microclimatice, care arată gradul de periculozitate a înghețurilor în funcție de relief, de situația plantațiilor, culturilor etc. Aceste hărți permit să se aleagă cu ușurință locurile cu situația cea mai critică pentru a fi în primul rînd protejate. Este foarte important ca aceste acțiuni de combatere să se desfășoare științific, adică să fie cunoscute o serie de particularități ale condițiilor aerului, legile fizice de distribuție a temperaturilor coborîte etc. În acest fel măsurile sînt mai ieftine și mai eficiente.

Vînturile puternice, furtunile de praf, eroziuni eoliene

Circulația maselor de aer în țara noastră este puternic influențată de lanțul munților Carpați pe de o parte și de poziția centrelor de tracțiune atmosferică pe de alta (cap. V).

Vînturile rezultate din acțiunea reciprocă a factorilor de mai sus influențează puternic caracteristica vremii în general și producția agricolă în special. Vînturi puternice, care, influențează negativ producția agricolă fie prin acțiunea mecanică asupra plantelor și solului, fie prin influențarea proceselor de transpirație ale culturilor se înregistrează îndeosebi în Moldova, Bărăgan și Dobrogea.

Local se întîlnesc și vînturi dăunătoare de tip „bora" care bat „în cascadă" pe versanții Carpaților Răsăriteni, distrugînd pe suprafețe mari pădurile de rășinoase sau plantațiile pomicole prin ruperea lăstarilor, ramurilor sau, chiar doborîrea totală a acestora. Vînturile, care produc topirea bruscă a zăpezilor primăvara — după cîteva zile de föehn — sînt periculoase mai ales pe teritoriul din zona Sibiu-Făgăraș.

În Bărăgan și Moldova vînturile puternice deseori usucă și mătură stratul superficial al solului, dezrădăcinînd și chiar rupînd plantele tinere, aceasta

mai ales primăvara, în perioada uscată, cînd particule de sol uscate sînt antrenate de vînt și transportate la mari distanțe.

La noi în țară, asemenea fenomene care determină furtuni de praf se semnalează de obicei în luna aprilie. În această perioadă, cînd solul nu este încă acoperit de vegetație, vîntul dislocă mari cantități de praf, care sînt antrenate în păturile superioare ale atmosferei.

Dacă viteza vîntului însoțit de praf este mare, atunci cerealele de toamnă și arborii abia înfrunziți sau înfloriți au de suferit. Uneori, furtunile de praf au asemenea intensități, încît devin adevărate calamități. Plantele, în special cerealele de toamnă sînt dezrădăcinate pe mari suprafețe, fiind smulse o dată cu praful.

Pe măsură ce plantele se înrădăcinează puternic, solul se acoperă de vegetație și posibilitatea antrenării particulelor de praf scade.

În zonele irigate din sudul și estul țării vînturile de vară stînjenesc irigarea prin aspersiune, determinînd împrăștierea neuniformă a picăturilor de apă. În aceleași regiuni, vînturile puternice de iarnă determină spulberarea zăpezii pe semănături, impunînd necesitatea luării măsurilor de reținerea zăpezii (parazăpezi) pentru a asigura o depunere cît mai uniformă a acestora.

Unul dintre cele mai distructive efecte ale vîntului constă în erodarea puternică a solurilor.

Vîntul acționează ca un ventilator puternic, el îndepărtează părțile cele mai fine și mai productive ale solului. Prin eroziunea eoliană se pierd nu numai elemente nutritive ale solului ci dispar elementele componente ale acestora, pentru a căror regenerare sînt necesare decenii sau secole întregi.

În cazul cultivării repetate a solurilor cu aceleași plante, mai ales prășitoare, eroziunea eoliană poate avea consecințe grave distrugînd stratul arabil.

Pe terenurile erodate sau supuse eroziunii, o bună parte din plante, mai ales cele tinere au de suferit. În anumite cazuri, prin antrenarea particulelor de sol de lîngă plante, de către vînt, rădăcinile acestora rămîn dezvelite și ulterior plantele pot fi smulse din sol. Alteori, dimpotrivă, plantele rămîn acoperite cu un strat de sol, care, împiedicînd fotosinteza, diminuează producția.

În regiunile estice și nordice ale țării, în iernile fără zăpadă și uneori chiar primăvara devreme, vînturile puternice dizlocă mari cantități de sol care purtate de vînt întunecă văzduhul cu adevărați nori de praf, care cade pe sol, pe case, pe obiecte; în multe cazuri formîndu-se adevărate dune de praf. Particulele fine sînt transportate la distanțe enorme, iar părțile mai mari, la distanțe mai mici.

Trebuie de reținut că fenomenul eroziunii se produce îndeosebi pe solurile cu particule fine și slab legate la suprafață, pe solurile nisipoase și aceasta mai ales în perioadele de uscăciune, pe suprafețele netede, unde aerul curge ușor, fără obstacole.

Eroziunea este mult mai diminuată acolo unde solul are o structură formată din agregate stabile sau unde sînt bolovani destul de mari la suprafață,

care să reziste forței vîntului.

Învelișul vegetal sau reziduurile de plante lăsate la suprafața solului după recoltare, împiedică în mare măsură fenomenul de eroziune (fig. 81).

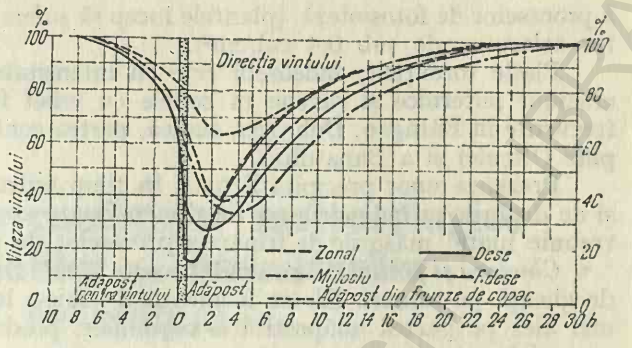


Fig. 81 — Obstacol de diferite structuri pentru vînt

Din aceste considerente, unul din țelurile principale ale agrotehnicii moderne este să conducă lucrările în așa fel încît suprafața solului să rămînă cît mai rugoasă în perioada necultivată, iar suprafața lanurilor să nu fie uniformă pe mari întinderi ca să permită scurgerea ușoară a aerului deasupra acestora.

Alte fenomene dăunătoare

Dintre celelalte fenomene meteorologice dăunătoare agriculturii sînt de menționat: precipitații atmosferice în cantități mari, ploile torențiale, grindina, poleiul, chiciura.

Precipitațiile atmosferice deosebit de abundente aduc pagube agriculturii în primul rînd prin excesul de umiditate, care creează în straturi superficiale ale solului bălțiri și chiar inundații. (Ex. 1969 pe văile apelor Siret, Bîrlad, Prut și luncile majore din sudul țării și 1970 pe aproape întreg bazinul Dunării).

În cazul excesului de umezeală în zona sistemului radicular se înrăutățesc condițiile de aerisire ale solului și activitatea microorganismelor (îndeosebi a celor nitrificatoare) stînjenind nutriția plantelor. O serie de perturbații în funcțiile vitale ale plantelor sînt determinate și de substanțe toxice ce se acumulează în sol (ca urmare a oxidării complete a unor metale în primul rînd fierul). Excesul de umiditate se produce de regulă la sfîrșitul toamnei și la începutul primăverii, cînd temperatura este scăzută. Acest fenomen este mai intens pe terenurile joase și slab drenate din Cîmpia Vestică, Podișul Getic și Platforma Cotmeană.

Daune agriculturii aduc și *ploile torențiale*, ale căror jeturi pot produce ruperea parțială sau totală a plantelor, sau împiedică desfășurarea normală a unor faze ca de exemplu, înflorirea. În regiunile deluroase, ploile torențiale accentuează fenomenele de eroziune, antrenînd particule de sol de pe pante. De asemenea, aceste ploi provoacă distrugerea structurii stratului superficial și formarea crustei, mai ales în perioada în care plantele sînt în primele faze de dezvoltare. Perioadele lungi, ploioase, dăunează vegetației și prin faptul că ele sînt însoțite de nebulozitatea intensă, stînjenind desfășurarea normală

a proceselor de fotosinteză (plantele încep să sufere, cînd intensitatea radiațiilor solare scade sub 0,4 cal/cm²).

Ploile torențiale, îndeosebi cele cu intensitatea de 10 mm/min. produc eroziuni puternice și ravene în zonele cu relief fragmentat. Ele sînt mai frecvente în Bărăgan, Dobrogea sudică, partea centrală a Moldovei și în cîmpiile Olteniei și a Banatului.

Prezența unor precipitații mari în timp scurt cere în zonele de cîmpie și de dealuri, ca îndiguirile să fie dimensionate corespunzător. De asemenea trebuie luate măsurile de frînare a proceselor de pantă.

Chiciura și poleiul dăunează îndeosebi pomilor și copacilor prin depunerile de gheață pe ramuri. Ele se formează de obicei la geruri slabe și se depun mai ales pe partea adăpostită a regiunilor, producînd ruperea sau rănirea mecanică a acestora.

Grindina. Căderile de grindină se semnalează mai ales în a doua jumătate a primăverii și vara. În perioada rece grindina este un fenomen cu totul excepțional. Dimensiunile grindinei sînt de la cîțiva mm pînă la 10 cm. Acestea pot atinge greutate de 500 g.

Grindina cade aproape întotdeauna între orele 12 și 17 cînd curenții ascendenți ai aerului au intensitatea maximă. De obicei ea cade pe fîșii înguste de teren, de la cîțiva zeci de metri pînă la 10—15 km și durează un timp relativ scurt (5—30 minute). Lungimea fîșiei bătută de grindină poate măsura sute de kilometri. Deplasarea acestor fîșii se face cu o mare viteză, care în unele cazuri atinge 60—70 m/oră.

Grindina provoacă îndeosebi distrugerea mecanică a ramurilor, florilor, frunzelor, fructelor sau ruperea tulpinilor la plantele cu talie mică (cereale). Deosebit de periculoasă este grindina cînd este însoțită de vînt puternic și averse de ploaie. Gradul de distrugere depinde de caracterul culturii, de faza de vegetație și de intensitatea, durata și mărimea grindinei. În multe cazuri plantele distruse parțial în primele faze (porumbul) se refac relativ ușor. Grindina este deosebit de periculoasă în perioada de înflorire și coacere a culturilor, cînd organele distruse nu se mai pot reface.

Grindina poate provoca de asemenea mari pagube în podgorii și plantații pomicole. Fructele distruse de grindină sînt supuse infecțiilor, putrezesc și chiar cele lovite parțial nu rezistă la păstrare. Ramurile distruse de grindină influențează nu numai recolta anului respectiv, ci și a celui următor.

În ultimul timp se practică încercări de combaterea grindinei prin lansarea în norii de furtună a rachetelor speciale cu substanțe fine higroscopice, care contribuie la formarea picăturilor mici de apă, înlăturînd unirea lor și transformarea în grindină.

Capitolul

VIII

Influența condițiilor meteorologice asupra bolilor și dăunătorilor plantelor de cultură

Condițiile atmosferice influențează producția agricolă fie direct, acționînd asupra organismelor vegetale și animale, fie indirect, acționînd asupra bolilor și dăunătorilor acestora.

Apariția bolilor și dăunătorilor ca și acțiunea de prevenire și combatere a lor implică cunoașterea profundă a biologiei agenților patogeni, a plantei atacate, a relațiilor complexe ce se stabilesc între agenți și gazdă, cît și a condițiilor externe ce influențează apariția, dezvoltarea și răspîndirea lor de la o zonă naturală la alta. În cadrul condițiilor ecologice, factorii meteorologici — regimul meteorologic în toată complexitatea lui — au un efect covîrșitor în apariția și extinderea focarelor de infecție.

Neglijarea raporturilor existente între condițiile meteorologice și evoluția organismelor parazitare diminuează sau reduce la zero eficiența măsurilor de protecție fitosanitară.

Influența condițiilor meteorologice asupra apariției, dezvoltării și răspîndirii bolilor la plante

Bolile infecțioase apar la plante ca rezultat al unei interacțiuni naturale dintre planta gazdă, agentul patogen și condițiile meteorologice.

Schematic, această interacțiune a fost reprezentată de Bourke (1968) în figura 82. În acest triunghi, interacțiunea dintre agent și gazdă este fenomenul cheie, care exprimă raportul între virulența agentului patogen

BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

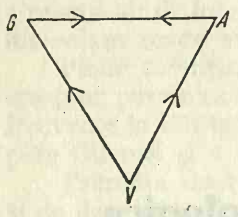


Fig. 82 — Schema relației plantă gazdă (*G*) — agent patogen (*A*) — vreme (*V*) (după Bourke — 1968

și capacitatea de apărare a plantei atacate. Condițiile meteorologice influențează atît receptivitatea plantei gazdă față de boală, cît și dezvoltarea agentului patogen.

În general, o boală atacă o plantă numai în anumite momente ale creșterii și dezvoltării sale, strîns condiționate de evoluția vremii.

Această variație a predispoziției la boală, denumită și „potențial de boală" (Grainger — 1965) are un rol fundamental în elaborarea prognozelor epidemiologice.

Potențialul de boală al plantelor este determinat de un întreg complex de factori, dintre care menționăm „bariera mecanică", legată direct de parcurgerea fazelor de vegetație și concretizată prin stadiile de maturizare a țesuturilor și de bariera fiziologică, determinată de reacția conținutului celular, ca rezultat al prezenței sau absenței anumitor substanțe chimice.

Figura 83 prezintă relația între boală și variația conținutului de hidrați de carbon (HC), raportați la greutatea substanței uscate (GSU), dintr-o plantă de cartof, pentru *Phytophthora infestans*.

În cazul în care planta gazdă (de ex. cartoful) este cultivată în condiții meteorologice favorabile, ea conține suficienți hidrați de carbon necesar pentru hrana ciupercii parazite. În unele perioade însă, cînd creșterea țesuturilor este intensă, hidrații de carbon sînt consumați în mare parte în acest proces, diminuînd substratul nutritiv pentru parazit. Aceste perioade reprezintă barierele fiziologice din ciclul de vegetație al plantelor, care preîntîmpină declanșarea atacului.

La cartofi, de exemplu, diminuarea raportului HC/GSU (în cazul nostru la cartof) sub 0,5, indică condiții nefavorabile pentru boală; la valori cuprinse între 0,5 și 1,0, apar primele condiții de declanșare a atacului, care se intensifică luînd proporții epidemice între limitele 1,0—10,0.

Cea mai importantă perioadă pentru prevederea unei boli este aceea în care HC/GSU este sub 1,0, adică în prezența barierei fiziologice. În această perioadă, planta nu este receptivă la infecții, chiar în condiții meteorologice favorabile. O dată cu parcurgerea acestei perioade însă, adică după dispariția barierei fiziologice, plantele devin din nou receptive într-o intensitate sau alta, în funcție de condițiile meteorologice.

Factorii meteorologici cu pondere deosebită în producerea atacurilor fitopatogene de origine criptogamică sau de natură virotică sînt: temperatura, umiditatea, precipitațiile, lumina, vîntul etc.

Bolile de origine criptogamică

Temperatura influențează puternic dezvoltarea și răspîndirea bolilor criptogamice. Toate procesele biologice, ce caracterizează atacul patogen, cum ar fi formarea și germinarea sporilor, infecția, încubația etc.,

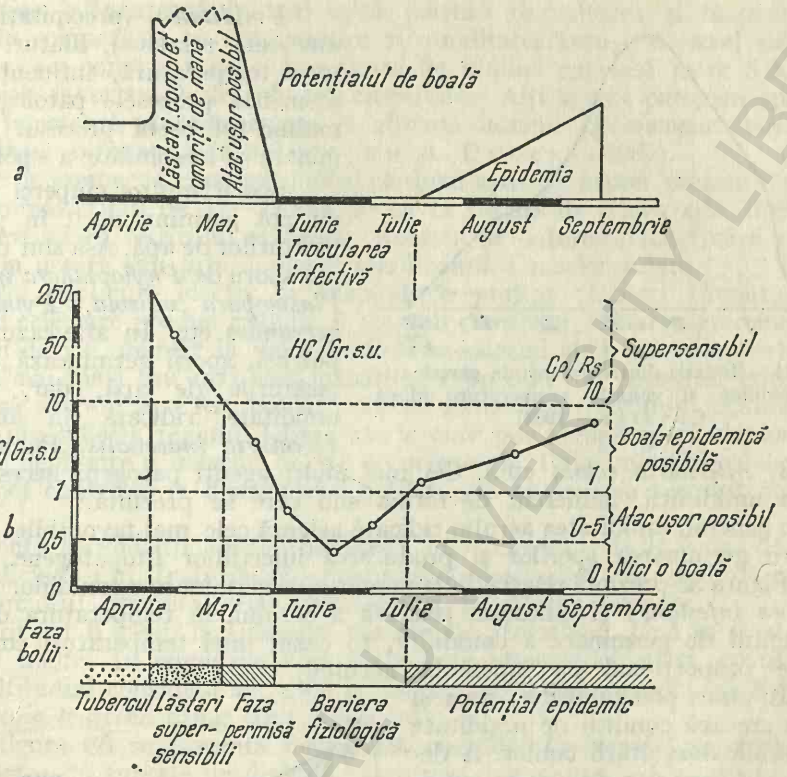


Fig. 83 — Prezentarea schematică a „potențialul de boală" la cartof, pentru *Phytopthora infestans* (după G r a i n g e r — 1965 (*a*)
Prezentarea schematică a relației între potențialul de boală și variațiile raportului *HC*/Gr SU *(b)* în care
HC — conținutul în hidrați de carbon; Gr S.U — greutatea totală a substanței uscată

se produc numai la anumite praguri termice, care variază de la o boală la alta.

Figura 84 prezintă relația existentă între evoluția factorului termic și puterea de germinație a conidiilor la *Phytophthora infestans*. Se observă că germinarea conidiilor se produce cel mai intens cînd valorile temperaturii sînt cuprinse între 10° și 15°C. Pe măsură ce valorile de temperatură se depărtează de limitele amintite, în ambele sensuri, procesul de germinare scade în intensitate.

Pînă la o anumită limită, temperaturile ridicate accelerează dezvoltarea agentului patogen, reducînd durata diferitelor stadii ale ciclului biologic.

De exemplu, la *Uncinula necator*, ce produce făinarea la vița de vie, prin ridicarea temperaturii de la 15° la 26°C, durata perioadei de incubație se reduce la jumătate.

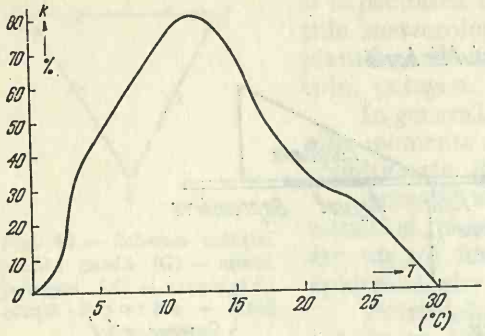


Fig. 84 — Relația dintre puterea de germinație a conidiilor și valorile temperaturii (după Crosier — 1934)

Umiditatea (precipitații, rouă, umezeală relativă), alături de factorul temperatură, influențează de asemenea procesele patologice, stimulînd îndeosebi procesul de germinare și răspîndire a sporilor.

Sporii multor ciuperci parazite nu pot germina decît în prezența picăturilor de apă. Așa sînt de exemplu sporii de *Phytophthora infestans, Plasmopara viticola, Pythium de baryanum* etc. În alte cazuri, dimpotrivă, sporii germinează slab în picăturile de apă, dar, reclamă umiditate ridicată în atmosferă *(Venturia inaequalis, Puccinia graminis, Alternaria solani* etc.). Cei mai mulți agenți patogeni necesită prezența umidității, indiferent de forma sub care se prezintă.

În general, umiditatea aerului ridicată asigură cele mai favorabile condiții pentru germinarea sporilor și producerea infecțiillor fitopatogene.

Figura 85 prezintă relația dintre puterea de germinare a conidiilor *(Phytophthora infestans)* și umezeala relativă a aerului, la temperatura de 20°C. Procentul de germinare a conidiilor, în cazul unei temperaturi constante, crește proporțional cu umezeala aerului.

În afara precipitațiilor, roua și ceața creează condiții de umiditate favorabile dezvoltării bolilor. A devenit aproape o tradiție a se considera că izbucnirea epidemiilor de mană are loc în urma unei ploi sau în condiții de rouă abundentă pe frunze sau a ceții persistente. Într-adevăr ploaia, roua și ceața creează un microclimat favorabil atacului de mană.

În arealele în care precipitațiile sub formă de ploaie sînt reduse, roua deține rolul principal în producerea infecțiilor patogene. Astfel, în zona podgoriei Murfatlar, infecțiile de mană la vița de vie se datoresc în cea mai mare parte picăturilor de rouă.

Precipitațiile au un rol activ și în răspîndirea locală a infecțiilor; apa antrenînd și transportînd sporii în diferite direcții.

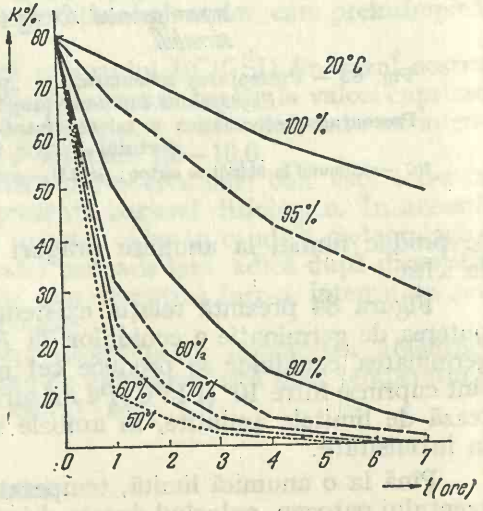


Fig. 85—Relația dintre puterea de germinație a conidiilor și umiditatea relativă a aerului la o temperatură constantă 20°C (după Crosier — 1934)

Lumina influențează în mai mică măsură dezvoltarea și răspîndirea bolilor, în comparație cu temperatura și umiditatea. Totuși în cazul ruginii cerealelor, s-a constatat că o intensitate de lumină cuprinsă între 5 000—10 000 lucși favorizează dezvoltarea ciupercilor. Alți agenți patogeni sporulează și infectează plantele numai în absența luminii *(Plasmopara viticola, Phytophthora infestans)* (Rădulescu și Docea — 1967).

Este de asemenea cunoscut faptul că după apariția manei prezența unui soare luminos, timp de 11—12 ore pe zi, în decurs de cîteva zile, duce la oprirea extinderii focarului epidemic. Aceasta se datorește inactivării conidiilor prin uscare sau prin acțiunea sterilizantă a razelor solare.

Vîntul participă efectiv la răspîndirea multor ciuperci fitopatogene (exemplu cele care produc ruginile și tăciunii cerealelor, făinarea gramineelor și a viței de vie, manele la vie și la floarea-soarelui etc.). El transportă la distanțe mai mari sau mai mici sporii, ce reprezintă un potențial infecțios capabil să asigure apariția bolilor, sau să alimenteze continuu focarele de infecție, din diferite regiuni. Distanțele la care pot ajunge sporii depind de viteza de deplasare a maselor de aer pe orizontală. Chiar mișcările slabe ale aerului pot contribui la diseminarea bolilor prin antrenarea sporilor mici și ușori.

Curenții ascendenți antrenează sporii unor ciuperci, de la locul de formare, ridicîndu-i în straturile superioare ale atmosferei și asigurîndu-le intrarea în circuitul orizontal, care-i transportă la diferite distanțe.

Sporii pot fi găsiți la altitudini variate ale atmosferei, pînă în straturile cele mai înalte. În condițiile unei turbulențe atmosferice mari, sporii pot atinge altitudini considerabile, pînă la mii de metri (de exemplu uredosporii de *Puccinia triticina* ating circa 5 000 m).

În figura 86 se prezintă distribuția ruginilor la cereale, pe teritoriul țării noastre, în funcție de direcția vînturilor dominante (Săvulescu — 1959).

Factorii meteorologici analizați influențează apariția, dezvoltarea și răspîndirea bolilor, nu izolat ci în complex, exercitînd în general o influență unitară.

Acțiuni decisive ale unui singur factor se semnalează cu totul izolat. Din aceste considerente, prognozele epidemiologice trebuie să se bazeze pe analiza de ansamblu a tuturor factorilor care influențează evoluția unei boli.

Ținînd seama de criteriile amintite, sintetizăm mai jos spre exemplificare parametrii meteorologici care favorizează dezvoltarea manei la cartofi. Acești parametrii rezultă din numeroasele cercetări efectuate în acest domeniu. (Bourke — 1957, Grainger — 1965, Hirst și Stedman — 1967, Weille — 1965, Ulanova — 1959).

Astfel, condițiile optime pentru declanșarea și evoluția bolii se realizează cînd:

— temperatura medie diurnă oscilează între 15°—20°C;
— temperatura minimă din cursul nopții este de $\geqslant$ 10°C;
— temperatura maximă diurnă $>$ 25°—30°C;
— umiditatea relativă a aerului minimă $\geqslant$ 80%;

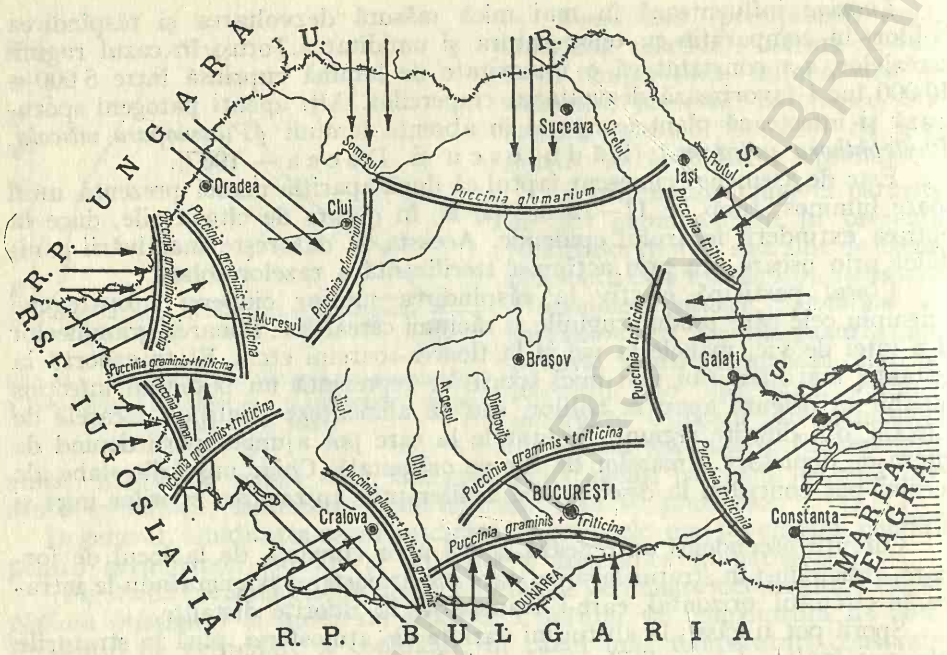


Fig. 86 — Influența vînturilor asupra răspîndirii ruginilor (după Săvulescu — 1959)

— prezența apei pe frunză sub formă de picături cel puțin 3—4 ore zilnic.

Declanșarea atacului se produce cînd condițiile respective se mențin o perioadă de cel puțin 7—10 zile, timp în care trebuie să cadă o cantitate de precipitații de minimum 20 mm.

Figura 87 prezintă evoluția unui atac de *Phytophthora infestans*, în cursul unui ciclu vegetativ, în funcție de durata în ore, a condițiilor favorabile.

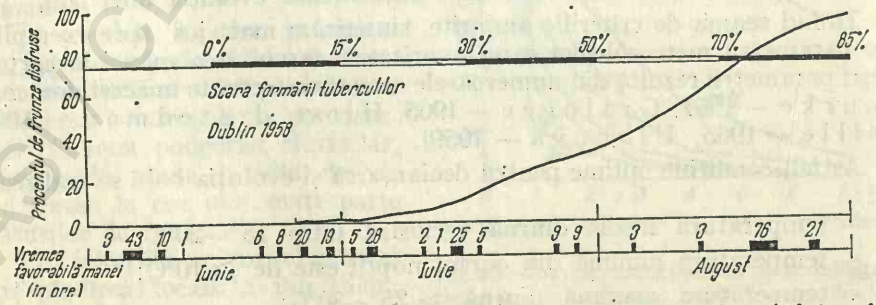


Fig. 87 — Prezentarea schematică a evoluției unui atac de *Phytophthora infestans* la cartof, în decursul unui ciclu vegetativ (după Bourke — 1969)

Pentru a reda mai amplu relația vreme-boală, se prezintă în continuare evoluția în dinamică a atacului de *Venturia inaequalis* (rapănul merelor), paralel cu factorii meteorologici determinați.

Principalele condiții meteorologice necesare declanșării atacului de rapăn le constituie umezeala relativă a aerului și prezența picăturilor de apă pe suprafața frunzelor.

Durata de umectare a frunzelor, necesară declanșării atacului, depinde de temperatură (K e i t t și J o n e s, citați de B o u r k e — 1968) redau această dependență în tabelul 34.

Tabelul 34

Influența temperaturilor asupra duratei de umectare a frunzelor
(necesară declanșării sporilor de *Venturia inaequalis*)

Temperatura aerului (în °C)	Durata umectării frunzelor (în ore)
6	13—18
9	9—11
15	8—8,5
20	4—6
24	4—6
26	8—10

Roua are o importanță majoră pentru declanșarea sporilor și răspîndirea lor în regiunile aride. C r o s i e r consideră că roua poate determina declanșarea acestei boli în climatele temperate, numai în cazul persistenței ei timp îndelungat după răsăritul soarelui, deci numai cînd este asociată cu o umiditate relativă mare a aerului (deoarece sporii se răspîndesc purtați de picăturile de apă sau împroșcați de ele în atmosferă).

În condițiile climatice ale țării noastre, umectarea frunzelor este determinată cel mai frecvent de precipitații. Mediul de dezvoltare a parazitului la nivelul frunzelor depinde în mare măsură de caracterul precipitațiilor. După unii cercetători (B o u r k e 1969) ploile sub formă de averse umectează bine frunzele cu pilozitate mare, în comparație cu ploile ușoare. Ploile intermitente, puternice, provoacă dispersia maximă în aer a ascosporilor. Ploile însoțite de vînt sînt cele mai umectate și asigură o bună răspîndire a ascosporilor, deoarece picăturile pătrund mult în coronament.

În general, însă o plantă nu este uniform umectată de ploaie; există astfel porțiuni unde umezeala tinde să persiste mai mult datorită fie umbririi, fie adăpostirii locale.

La înmagazinarea diferită a umezelii contribuie în mare măsură și unele particularități morfologice ale plantelor ca de exemplu pilozitatea și forma frunzelor, cavitățile de la baza pețiolului și a limbului etc.

Gradul de infecție primăvara depinde de caracterul iernii. Iernile aspre cu geruri puternice, mai ales cele cu oscilații mari de temperatură, distrug în mare măsură sursele de infecție pentru anul următor.

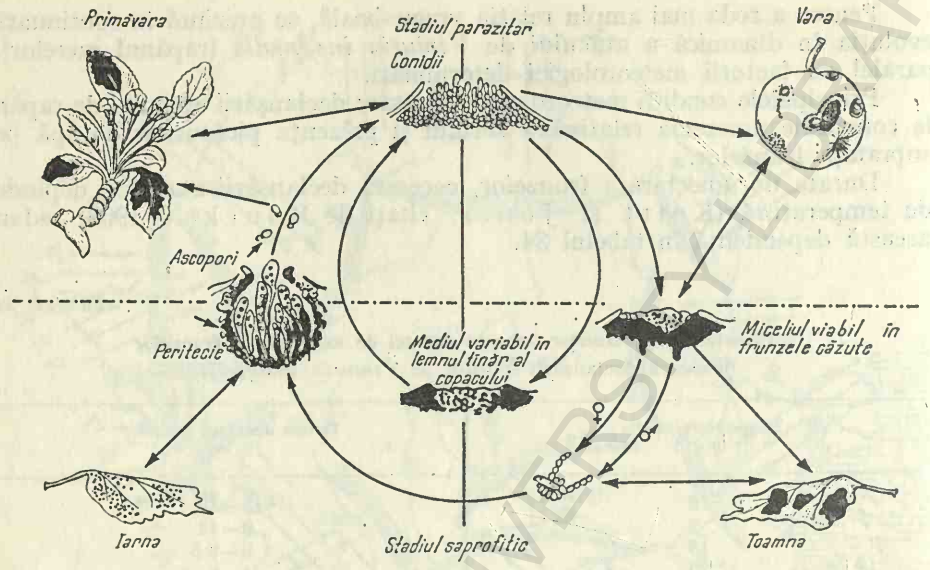


Fig. 88 — Prezentarea schematică a ciclului biologic la *Venturia inaegualis* (după B o u r k e — 1968)

Figura 88 reprezintă ciclul biologic al parazitului, în cursul unui an de vegetație.

Infecțiile cele mai periculoase se produc primăvara devreme în preajma sau în timpul înfloritului. Atunci, în condiții de timp favorabil, ascele pun în libertate un mare număr de ascospori ce sînt împroșcați în atmosferă de picăturile de apă. Numărul ascosporilor eliberați în aceste condiții poate atinge valori considerabile de cca. 20 000/m³ de aer.

Condițiile de relief ale zonelor determină microclimate cu favorabilități diferite pentru atacul acestei ciuperci. Astfel, infecțiile cele mai puternice se produc la baza pantelor și în locurile mai joase și adăpostite ale terenurilor, unde condițiile de umiditate sînt mai favorabile.

Pe culmile și pe partea superioară a pantelor, infecțiile sînt mai reduse, atît din motivele arătate mai sus, cît și datorită faptului că cel mai mare număr de frunze infectate sînt antrenate de vînt sau apă și depozitate la baza plantelor.

Livezile cu soluri grele, umede și reci sînt de asemenea mai expuse infecțiilor, comparativ cu plantațiile de pe solurile calde și afînate. Această predispoziție la infecții se datorește prelungirii perioadelor de sensibilitate și receptivitate a plantelor la boală.

M i l l s (citat de B o u r k e — 1968) a studiat tipul de infecție cu rapănul merelor și condițiile meteorologice care le determină. Astfel, el a întocmit tabelul 35, în care redă tipul sau caracterul infecției (ușoară, moderată, severă), în funcție de numărul orelor de umectare a frunzelor, la diferite temperaturi.

Tabelul 35

Temperatura aerului (în °C)	Durata umectării frunzelor (în ore), pentru diferite tipuri de infecție		
	ușoară	moderată	severă
6	2	26	40
9	14	19	29
13	12	16	24
15	10	13	20
18	9	12	18

Bolile de natură virotică

În afara bolilor de origine criptogamică, plantele de cultură sînt afectate și de multe boli de natură virotică.

În cazul bolilor virotice, care se transmit prin vectori, relațiile dintre acestea și factorii meteorologici sînt mai complexe decît în cazurile precedente, deoarece condițiile meteorologice afectează atît gazda și agentul patogen (ca la bolile criptogamice), cît și vectorii (agenți de transmisie).

Se știe că cea mai mare parte din virusuri sînt răspîndite prin insecte. De aceea infecțiile virotice sînt strîns legate de ciclul sezonal al insectelor vectoare, determinat la rîndul lui, de evoluția vremii.

În climatele temperate și tropicale, temperatura este cel mai important factor pentru ciclul de viață al insectelor, în timp ce în climatele aride, precipitațiile sînt hotărîtoare, deoarece ameliorează condițiile de mediu.

Virusurile au cea mai mare și mai rapidă răspîndire în condițiile meteorologice favorabile înmulțirii și activității insectelor.

Dintre insecte, afidele sînt principalii vectori ai virusurilor la plante, fapt care explică numeroasele cercetări efectuate asupra lor.

Temperatura optimă pentru reproducerea afidelor este în jur de 26°C, de aceea ele se înmulțesc mai repede în climatele continentale, decît în cele maritime, în verile calde și uscate, decît în cele răcoroase și umede.

În condiții favorabile de timp, afidele care transmit virozele la cartof pot da 3—4 generații pe an.

Nu numai ciclul de viață este scurtat la temperatură ridicată, dar și activitatea lor este mai intensă.

Afidele aripate nu zboară la temperaturi mai coborîte de 13°C; activitatea lor se intensifică paralel cu creșterea temperaturii pînă la 20°—25°C și scade sensibil după ce temperatura depășește 30°C.

Gerurile aspre reduc sensibil populația de afide, care se reface însă cu ușurință vara, dacă condițiile meteorologice sînt favorabile.

Vremea caldă stimulează zborul afidelor și deplasarea lor de la o plantă la alta, de la buruieni la plantele cultivate, favorizînd transmiterea rapidă a virusurilor la distanțe mari.

Efectul precipitațiilor asupra dezvoltării și răspîndirii afidelor purtătoare de virusuri este greu de separat de acela al temperaturii. Astfel, este cunoscut

faptul că puține afide aripate se dezvoltă pe timp răcoros și umed, ploaia împiedicîndu-le zborul. De aceea pe un astfel de timp se formează mai puține colonii decît pe un timp cald și uscat.

Ploile dese și abundente deseori spală insectele de pe plante și chiar le omoară.

Evoluția stării de vegetație a plantelor influențează puternic activitatea afidelor vectoare. De exemplu, vectorii purtători ai virusurilor ce produc răsucirea frunzelor de sfeclă, răspîndesc virusul în interiorul culturii, numai cînd plantele sînt tinere, deoarece mai tîrziu cînd acestea acoperă solul, se creează un fitoclimat prea umed pentru insecte. Fitoclimatul are deci o importanță deosebită în epidemiologia virotică.

Insectele mici pot să zboare direct numai cînd aerul este calm, de aceea vîntul reprezintă un alt factor care trebuie luat în considerație. S-a constatat că afidele nu pot să zboare cînd viteza vîntului este mai mare de 2 m/s. Vînturile puternice împiedică zborul normal al afidelor, transportîndu-le la mari distanțe și aglomerîndu-le în diferite locuri, astfel că distribuția lor va depinde mai mult de starea de turbulență a aerului decît de zborul lor voluntar.

În arealele unde există un vînt predominant, răspîndirea virusurilor este mult mai mare, în comparație cu zonele caracterizate prin vînt slab; aceasta în special cînd virusul se răspîndește de către vectori ce depind de vînt, cum ar fi de exemplu molia ce transportă virusul mozaicului liniar al grîului *(Triticum virus)*.

Nu numai temperatura, precipitațiile și vîntul afectează zborul afidelor, dar și intensitatea luminii. Întunericul împiedică zborul acestora.

Cea mai mare răspîndire a virusurilor se produce în perioada cînd afidele își caută gazdele preferate. Atunci rîndurile de la marginea culturilor devin de obicei cele mai infectate de insecte purtătoare de virusuri.

Condițiile de vreme care favorizează stagnarea aerului cald la sol determină răspîndirea epidemiilor virotice.

Extinderea zborurilor depinde deci de condițiile de vreme, de specia de afide, cît și de durata perioadei de timp pînă la găsirea gazdei preferate.

Condițiile de vreme își exercită influența asupra răspîndirii virusurilor, nu numai prin intermediul vectorilor dar și prin plantă, afectînd susceptibilitatea acesteia la colonizarea insectelor sau la infecția virotică.

Astfel, vremea caldă și umedă de obicei, favorizează creșterea plantelor. Plantele cu o creștere intensă sînt mult mai sensibile la infecție decît cele cu creștere lentă. De exemplu, în perioada creșterii secundare a lăstarilor de cartof, în verile tîrzii, plantele sînt mult mai sensibile la infecțiile virotice.

Relațiile dintre condițiile climatice și răspîndirea bolilor virotice prezentate se referă la majoritatea cazurilor, adică la situația în care virusurile sînt răspîndite prin insecte. Există însă situații cînd virusuri foarte infecțioase sînt transmise prin contact direct, ca de exemplu virusul ce produce mozaicul tutunului. Chiar și în aceste cazuri, climatul are o influență puternică exprimată îndeosebi prin sensibilizarea într-o măsură sau alta a plantei față de agentul patogen.

Criterii de elaborare a prognozelor

Cercetările din ultimii ani (B o u r k e — 1968, R o t e n — 1968, Z o d o k e — 1968), referitoare la relația vreme-boală, au permis utilizarea hărților sinoptice în elaborarea prognozelor epidemiologice.

Analiza hărților sinoptice permite prevederea evoluției ulterioare a vremii, pe baza căreia se poate aprecia gradul de favorabilitate sau de nefavorabilitate al condițiilor meteorologice pentru apariția și dezvoltarea bolilor, pe un anumit areal.

Este binecunoscut faptul că fiecare boală este favorizată de un anumit tip de vreme. De exemplu atacul de, *Phytophthora infestans* este favorizat în general de trei tipuri de vreme (trei situații sinoptice):

— Prezența maselor de aer maritim tropical, caracterizate prin umiditate ridicată și aer cald de origine tropicală sau subtropicală (fig. 89).

— Depresiunile atmosferice care rămîn deasupra unui areal o perioadă mai lungă de timp. O situație sinoptică depresionară în general aduce la început un front de aer cald, urmat de un interval de precipitații (fig. 90).

— Brîurile staționare sau slab mobile ce determină un număr ridicat de zile cu ploi și burniță (fig. 91).

Primul tip de stare sinoptică este cel mai caracteristic pentru apariția manei și ea poate fi prevăzută cel mai ușor.

Prevederea acestui tip de vreme servește direct la elaborarea prognozei epidemiologice și în funcție de acestea, la avertizarea aplicării tratamentelor preventive, în zonele predispuse atacului.

Avînd în vedere distribuția neuniformă a factorilor meteorologici, pe un areal oarecare, specialiștii din diverse țări studiază posibilitatea subordonării metodelor de elaborare a prognozelor epidemiologice, la potențialul microclimatic al arealelor.

Influența condițiilor meteorologice asupra dezvoltării și răspîndirii dăunătorilor

Insectele reprezintă principalii dăunători ai plantelor de cultură. Ele sînt foarte periculoase datorită numărului lor mare, posibilităților largi de răspîndire și înmulțirii extrem de rapide.

Populația insectelor este puternic influențată de starea timpului. Condițiile meteorologice influențează atît tipul de insecte ce trăiesc într-un anumit areal, cît și ritmul de dezvoltare a acestora.

Relațiile existente între vreme și insecte se datoresc faptului că insectele sînt organisme cu sînge rece (poikiloterme), care răspund direct la variațiile de temperatură.

Cele mai multe insecte prosperă în limitele de temperatură apropiate de sfera confortului uman. Procesele lor vitale se desfășoară în general la temperaturi cuprinse între 10°—40°C. Limitele optime ale acestora sînt cuprinse

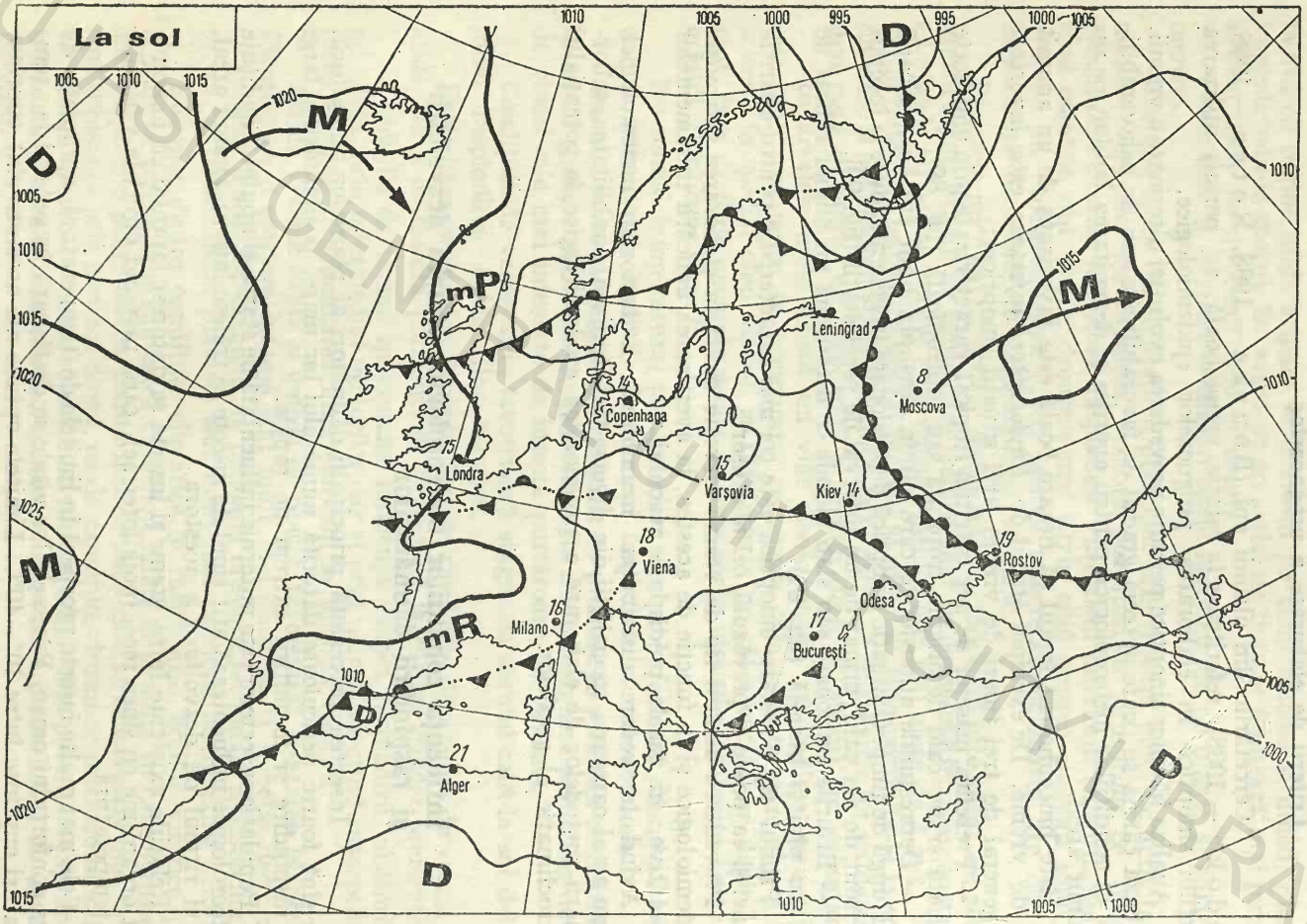


Fig. 89 — Harta sinoptică din 12 iulie 1968 ce prezintă o situaţie sinoptică caracterizată prin prezenţa maselor de aer maritim tropical

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

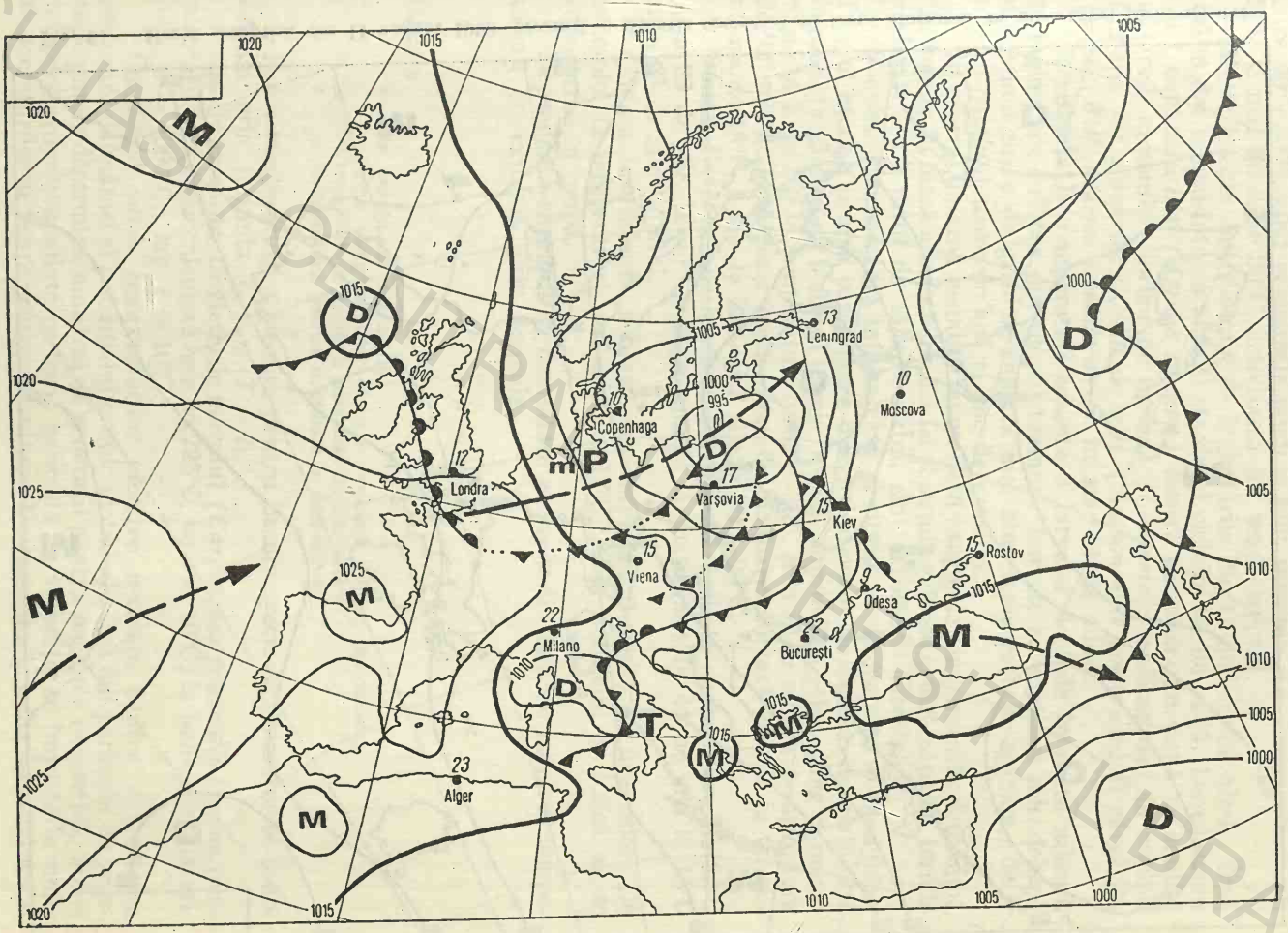


Fig. 90 — Harta sinoptică din 18 iulie 1968 ce prezintă o situație sinoptică depresionară

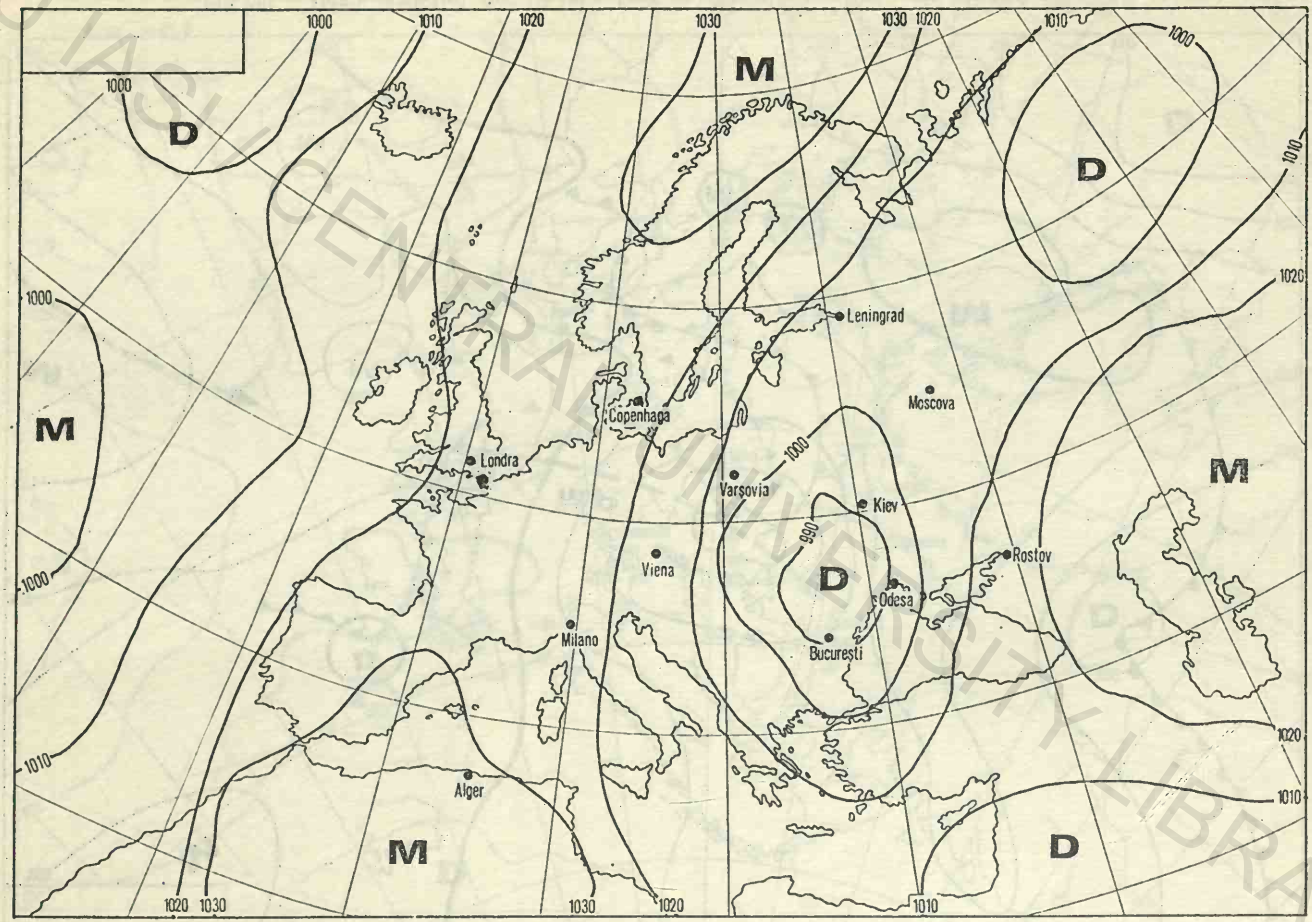


Fig. 91 — Harta sinoptică din 11 august 1968 prezintă o situație sinoptică cu front staționar în nord-estul țării noastre

între 20°—30°C, cînd și daunele produse sînt maxime. La temperaturi sub 20°C și mai mari de 30°C, activitatea lor scade treptat.

Multe insecte sînt distruse de înghețurile din timpul iernii, altele însă rezistă dar numai într-un anumit stadiu al ciclului lor de viață. De exemplu buha semănăturilor *(Agrotis segetum)* rezistă gerurilor din iarnă în stadiul de larvă, musculița florilor de lucernă *(Cantarinia medicaginis)* în stadiul de pupă, iar gărgărița florilor de măr *(Anthonomus pomorum)* și gărgărița sfeclei *(Bothynoderes punctiventris)* în stadiul de adult.

Rezistența la temperaturi scăzute a larvelor depinde în mare măsură de regimul de hrănire din timpul toamnei. Larvele cu conținut mic de apă și conținut mare de grăsime suportă mai bine temperaturile scăzute, decît cele cu conținut mare de apă și mic de grăsimi.

În general, o iarnă instabilă cu oscilații bruște de temperatură, determină distrugerea în masă a insectelor. La fel și iernile geroase și fără zăpadă. Iernile moderate, cu stratul de zăpadă stabil, sînt favorabile insectelor.

Factorul temperatură influențează și ritmul de dezvoltare al insectelor. Timpul necesar pentru parcurgerea diferitelor stadii ale ciclului de viață este în corelație directă cu factorul termic. Astfel, pupele lăcustelor ajung la maturitate în 20 de zile la temperatura de 32°—39°C și în 52 de zile la temperatura de 22°—27°C. La aceeași specie, faza de incubație durează 10 zile la temperatura de 15°C, 4 zile la 22°C și 2 zile la 28°—30°C.

Omida fluturelui de luncă se dezvoltă în 6 zile la temperatura de 32°C și în 29 de zile la 15°C. Pupa ajunge la maturitate în 44 de zile la 15°C și în 25 de zile la 33°C.

Căldura insuficientă frînează sau întrerupe dezvoltarea insectelor. De exemplu, la temperaturi mai mici de 17°C, larva fluturelui de luncă nu se transformă în pupă.

Dependența ritmului de dezvoltare al insectelor față de factorul temperatură se exprimă prin formula:

$$n = \frac{C}{T - t}$$

în care:

n este durata de dezvoltare;
C — suma temperaturilor efective necesare pentru dezvoltare;
T — temperatura medie a perioadei de dezvoltare;
t — temperatura limitei inferioare a dezvoltării.

Suma temperaturilor efective pentru fiecare specie de dăunător se poate calcula prin formula $C = n\ (T - t)$.

Așa de exemplu, la viermele mărului *(Carpocapsa pomonella)* suma temperaturilor efective calculată este de 725°C, iar $t = 10°C$; la buha semănăturilor $C = 1000°C$, iar $t = 10°C$.

Cunoscînd suma temperaturilor efective necesare pentru dezvoltarea anumitor dăunători și potențialul termic global al zonei din perioada de vegetație putem determina numărul de generații pentru regiunea respectivă. Suma temperaturilor acumulate pe toată perioada de vegetație se împarte la suma temperaturilor necesare pentru dezvoltare. De exemplu, la buha semănăturilor,

(unde C = 1000°C), se realizează 3 generații în zonele cu suma temperaturilor = 3000°C.

Umiditatea are de asemenea o influență puternică asupra insectelor. Fecunditatea, ritmul de dezvoltare, longevitatea și maturitatea lor, sînt puternic afectate de umiditatea mediului înconjurător.

Precipitațiile abundente împiedică zborul și depunerea ouălor; ploile torențiale spală insectele de pe plantele cu care se hrănesc sau le înecă, dacă ele se află într-un stadiu de viață mai sensibil.

Umiditatea ridicată a aerului favorizează adesea dezvoltarea unor ciuperci parazitare, ca de exemplu *Fussarium*, care distrug 50—80% din ouăle de lăcustă.

Umiditatea moderată exercită însă o influență favorabilă asupra insectelor, influențînd indirect nutriția acestora (prin creșterea suculentă a plantelor).

Răspîndirea multor insecte depinde în mare măsură de intensitatea vîntului care le poartă la diferite înălțimi.

Pentru a obține o imagine completă a raporturilor riguroase dintre ciclul biologic al insectelor și evoluția condițiilor meteorologice, exemplificăm succesiunea stadiilor de dezvoltare în raport cu mersul vremii, la viermele mărului (*Carpocapsa pomonella*), ale cărei pagube se pot ridica pînă la cca. 80% din producția anuală de fructe.

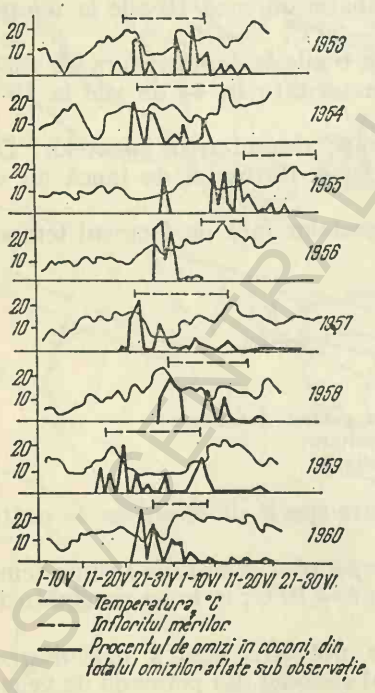


Fig. 92 — Formarea coconilor la *Carpocapsa pomonella*, în raport cu evoluția temperaturii și a înfloritului la măr (după L e i v a t e g i a — 1964)

La această specie, parcurgerea stadiilor de dezvoltare se află în strînsă corelație cu fazele fenologice ale mărului și cu evoluția condițiilor meteorologice.

Dintre condițiile meteorologice, regimul termic exercită un rol hotărîtor.

Carpocapsa pomonella iernează în stadiul de omidă. Transformarea în pupă începe din luna aprilie sau mai, în funcție de temperatură. În condițiile unui înflorit timpuriu, datorat temperaturilor ridicate, cea mai mare parte a omizilor se transformă în pupă, chiar în timpul înfloritului, iar în cazul înfloritului tîrziu, pupele se formează înainte de înflorit (fig. 92).

Durata stadiului de formare a pupei variază de la 14 la 20 de zile, în funcție de temperatura aerului.

Apariția fluturilor depinde de timpul de formare a pupei și de durata stadiului de pupă. În cazul înfloritului timpuriu, fluturii apar după înflorit; cînd înfloritul este întîrziat, fluturii apar chiar în timpul înfloritului (fig. 93).

Datele de zbor ale fluturilor din prima generație se calculează după suma tempera-

turilor efective (130C°) care se acumulează de la desprimăvărare.

Fluturii trăiesc în medie 10—20 de zile, timp în care se împerechează. Femelele depun ouăle de preferință în serile calde cînd temperatura mediului ambiant se menține peste 15°C și timpul este calm. Dacă temperatura scade sub această valoare, ponta se întrerupe.

Durata incubației este de 7—20 de zile. Din ouă apar omizile a căror dezvoltare durează 23—30 de zile. Fiecare omidă poate distruge în acest timp 3—4 fructe.

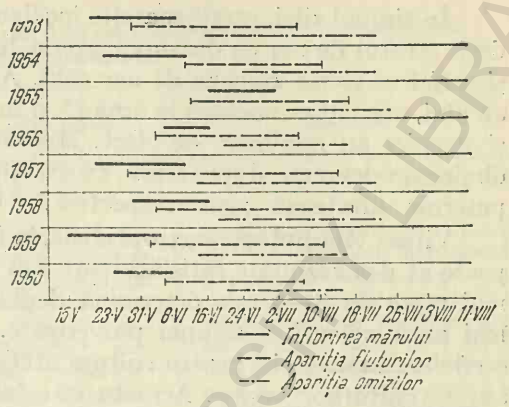


Fig. 93 — Apariția fluturilor și a omizilor la *Carpocapsa pomonella*, în raport cu înfloritul la măr (după L e i v a t e g i a — 1964)

În regiunile unde *Carpocapsa pomonella* are două generații pe an, omizile din prima generație se transformă în pupe în luna iulie. Stadiul de pupă durează 7—14 zile. La începutul lunii august apar fluturii din generația a doua, care vor depune ouăle pe fructele aproape coapte. Omizile din generația a doua intră în fructe, se hrănesc cu pulpa și cu semințele lor, continuîndu-și dezvoltarea și după ce merele au fost recoltate și depozitate. La maturitate ies din fructe și își construiesc cîte un cocon în locurile retrase din magazie și iernează ca atare.

În majoritatea cazurilor, în condițiile țării noastre, *Carpocapsa pomonella* are două generații.

Din cele arătate mai sus rezultă că insectele sînt puternic influențate de vreme, toate avînd nevoie de o anumită temperatură și umiditate optimă, generalizarea fiind practic imposibilă. Este de remarcat că majoritatea insectelor au parametrii climatici optimi, întrucîtva similari cu cei ai plantelor gazde, fapt care creează dificultăți în combaterea lor.

Influența condițiilor meteorologice asupra aplicării tratamentelor de combatere a bolilor și dăunătorilor

Condițiile meteorologice influențează nu numai ciclul biologic de dezvoltare a bolilor și dăunătorilor, ci și acțiunea de combatere a acestora. Astfel, prăfuirile și stropirile sînt influențate puternic de radiațiile solare, precipitații, vînt, temperatură etc.

BCMAS / CENTRALA / BIBLIOTECA / LIBRARY

În timpul zilei, razele soarelui încălzesc suprafața solului mult mai repede decît stratul de aer de deasupra. Acest lucru determină curenții de convecție și astfel se ridică coloane de aer cald. Această mișcare, datorată turbionării aerului, are viteza maximă la amiază și în acest caz tratamentele prin prăfuire și stropire au minimum de efect. Mișcarea aerului este mai slabă de regulă dimineața devreme și spre seară, cu excepția cazurilor cînd un front atmosferic puternic afectează zona respectivă.

Viteza vîntului este factorul cheie, în funcție de care prăfuirea sau stropirea poate să dea rezultate satisfăcătoare sau nesatisfăcătoare. Vîntul cu o viteză mai mare de 3—4 m/s determină deplasări considerabile de praf și într-o mai mică măsură a soluției pulverizate. Astfel, materialul administrat are o eficiență mai slabă pentru cultura atacată, producînd în același timp daune asupra culturilor vecine. Aceasta este îndeosebi valabilă pentru substanțele ierbicide, la care deplasarea norului de praf poate vătăma chiar culturile care se află la mai mulți kilometri depărtare de zona tratată.

În afară de faptul că un tratament eficient necesită vreme calmă, cele mai multe prăfuiri cer prezența picăturilor de rouă pe frunze. O ploaie abundentă, căzută imediat după aplicarea stropirii și prăfuirii, reduce sau inactivează complet tratamentul.

Temperatura este unul din elementele cele mai importante în alegerea substanțelor necesare stropirilor și prăfuirilor. În combaterea insectelor, unele chimicale își modifică compoziția la temperaturi înalte și acționează numai pe perioade foarte scurte, altele dimpotrivă acționează numai la temperaturi ridicate.

Umiditatea atmosferică influențează la rîndul ei eficiența aplicării tratamentelor. Astfel, ea micșorează stratul de cuticulă a celulelor la multe plante și accelerează în acest mod absorbția de chimicale. De asemenea o peliculă subțire de apă, la suprafața frunzelor, contribuie la fixarea și creșterea eficienței substanțelor folosite.

*

Datele prezentate mai sus arată complexitatea relațiilor dintre plantele gazdă, organismele parazitare și condițiile meteorologice. Influența acestora din urmă se extinde și asupra acțiunilor de combatere, a metodelor și tratamentelor folosite. Aceasta impune atît cunoașterea evoluției curente a stării timpului, cît și a datelor referitoare la prognozele de scurtă și lungă durată.

Pentru a scoate în relief influența factorilor atmosferici asupra principalilor agenți patogeni și dăunători, care afectează producția agricolă în țara noastră, prezentăm în continuare sistematic, pentru fiecare anotimp, tipurile caracteristice de vreme și reacția agenților patogeni și a dăunătorilor, față de acestea.

Tabelul 36

Condițiile meteorologice care stimulează sau frînează dezvoltarea bolilor și dăunătorilor în diferite anotimpuri

Tipul de vreme	Reacția agenților patogeni sau a dăunătorilor	Observații
	Primăvara	
Secetoasă și călduroasă	Temperaturile ridicate determină o accelerare a ciclului biologic la toate insectele dăunătoare, paralel cu avansul fenologic al plantelor. Astfel, cărăbușul de mai *(Melolontha melolontha)*, rățișoara porumbului *(Tanymecus dilaticollis)*, gărgărița sfeclei *(Bothynoderes punctiventris)*, gîndacul din Colorado *(Leptinotarsa decemliniata)* ies din sol mai devreme, parcurgînd mai rapid etapele de dezvoltare și au o acțiune distructivă mai intensă.	La temperaturile de 8° 10°C, ies din sol rățișoara porumbului și gărgărița sfeclei. După apariție temperaturile optime activității biologice și distructive, sînt cuprinse între 18° —20°C. La temperaturile de 12°14°C apar în masă gîndacii din Colorado; ulterior dezvoltarea optimă a acestora are loc la 17°—19°C
	În unele cazuri temperaturile ridicate,, în condiții de secetă, acționează nociv asupra dăunătorilor. Așa de exemplu, la musca de Hessa, condițiile amintite determină uscarea ouălor frînînd astfel procesul de înmulțire.	
	Stimulează dezvoltarea și înmulțirea rozătoarelor (șoareci, popîndăi, hîrciogi)	Cînd aceste condiții predomină în tot sezonul de vegetație o femelă de *Microtus arvalis* (șoarecele de cîmp) poate să nască de 5—7 ori.
	Asupra bolilor criptogamice (mana la viță de vie, cartofi, floarea-soarelui etc.; făinarea la cereale și vița de vie; ruginile la cereale) are o influență negativă, determinînd întîrzierea apariției lor	Temperaturile ridicate, umiditatea relativă a aerului scăzută și lipsa precipitațiilor, împiedică germinarea sporilor și produceresa infecțiilor.
Umedă și răcoroasă	Stînjenește înmulțirea rozătoarelor	
	Întîrzie ieșirea și zborul insectelor care iernează în sol (cărăbușul de mai, gărgărița sfeclei, rățișoara porumbului, gîndacul ghebos, gîndacul din Colorado etc.).	
	Împiedică zborul afidelor purtătoare de virusuri și ca urmare, reduce numărul și intensitatea infecțiilor virotice	

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITARĂ LIBRARY

Tabelul 36 (continuare

Tipul de vreme	Reacția agenților patogeni sau a dăunătorilor	Observații
	Creează cele mai prielnice condiții pentru producerea și dezvoltarea infecțiilor fitopatogene, în marea majoritate a cazurilor (în special în a doua jumătate a primăverii)	Temperaturile de 15°—20°C, umiditatea relativă ridicată (80—100%), persistența apei pe frunze sub formă de picături, asigură germinarea sporilor și producerea infecțiilor de mană, rugini, făinare etc.
	Vara	
Secetoasă și călduroasă	În general favorizează atacurile dăunătorilor cum ar fi gărgărița trifoiului *(Apion apricans)*, fluturele de varză *(Pieris brassicae)*. Musca de Hessa este stînjenită în dezvoltarea sa de aceste condiții.	Cînd deficitul de umiditate din atmosferă și sol nu este prea ridicat și temperaturile extreme nu ating limitele nocive pentru culturile agricole
	În majoritatea cazurilor, reduce numărul și intensitatea infecțiilor fitopatogene. Doar în cazuri speciale are loc și o stimulare a atacurilor și anume cînd substratul nutritiv conține un minimum de umiditate necesară pentru producerea infecțiilor; exemplu ciuperca *Mycosphe-rella tolnighica*	Atacul de *Mycospherella* este favorizat pe timp de secetă, deoarece plantele pierzînd apa și veștejîndu-se, sînt mai sensibile la boală.
	Vremea călduroasă și calmă este optimă pentru răspîndirea epidemiilor virotice și pentru activitatea cea mai intensă a insectelor dăunătoare	Temperatura de 26°C reprezintă regimul termic optim pentru înmulțirea și zborul afidelor purtătoare de virusuri. Temperaturile cuprinse între 20°—30°C reprezintă regimul termic optim pentru activitatea insectelor dăunătoare
Umedă și călduroasă	Favorizează atacurile de: putregai alb și cenușiu la struguri, putregai uscat la porumb, putregaiul rădăcinilor, tulpinilor și capitulelor la floarea-soarelui putregai brun și mumifierea fructelor, putregai umed al cartofului etc.	Ploile cu grindină din iulie și august creează condiții favorabile atacului de putregai la struguri, și monilii la sîmburoase și tăciune la porumb (prin rănirea mecanică a țesăturilor)
Umedă și răcoroasă	Favorizează atacul de rugină, mană la vița de vie, cereale, floarea-soarelui, cartof, sfeclă de zahăr și de putregai umed la cartofi	
	Reduce atacul cu musca cireșilor *(Rhagoletis cerasi)*; în aceste condiții mușt-ele mor înainte de a depune ouăle.	

BCU IAȘI / CENTRUL UNIVERSITAR LIBRARY

Tabelul 36 (continuare)

Tipul de vreme	Reacția agenților patogeni sau a dăunătorilor	Observații
	Toamna	
Secetoasă și călduroasă	Favorizează înmulțirea rozătoarelor	Daunele produse de rozătoare se intensifică îndeosebi cînd o astfel de toamnă urmează după o vară ploioasă care asigură un substrat abundent
Umedă și călduroasă	Favorizează dezvoltarea infecțiilor de rugină brună, pe semănăturile tinere de grîu și de putregai cenușiu pe struguri	În special în luna septembrie și octombrie
Umedă și răcoroasă	Întîrzie apariția larvelor de lăcuste și maturitatea lor sexuală; lăcustele mor înainte de depunerea ouălor	
	Reduce populația mamiferelor rozătoare	Ploile abundente determină în mare măsură inundarea galeriilor și a locurilor de refugiu
	Iarna	
Aspră cu înghețuri puternice la adîncimi mari (20—40 cm) și cu regim pluviometric deficitar	Scade simțitor rezerva de infecții din sol (bacterii, ciuperci) și numărul dăunătorilor (insecte și rozătoare)	De exemplu, coborîrea temperaturii pînă la —30°C, timp de 8—10 zile, determină distrugerea în masă a ploșnițelor cerealelor. Reducerea rezervelor de infecție este deosebit de puternică în cazul alternărilor bruște a perioadelor de ger cu intervale relativ călduroase
Blîndă cu temperaturi moderate, înghețuri slabe în sol și precipitații bogate	Crează condiții favorabile de iernare tuturor agenților patogeni și dăunătorilor	Stratul gros de zăpadă, depus pe un sol neînghețat, asigură umiditatea necesară dezvoltării mucegaiului de zăpadă, pe semănăturile de grîu

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Capitolul

IX

Criterii de evaluare și prognoză a stării de vegetație și a recoltelor

Obiectivul urmărit în cadrul prognozelor agrometeorologice constă în prevederea stării de vegetație, a fazelor fenologice, a regimului de umiditate a solului și a perspectivelor de recolte la culturile agricole. Cunoașterea prealabilă a acestor fenomene este deosebit de necesară atît în acțiunea de adaptare a lucrărilor agricole la particularitățile meteorologice ale anului cît și în lucrările de organizare și planificare a producției vegetale. Așa de ex.: prevederea rezervelor de umiditate în sol la desprimăvărare reprezintă o condiție esențială pentru stabilirea densității plantelor la culturile de primăvară și diferențierea lucrărilor agrotehnice premergătoare însămînțării. Prevederea fazelor fenologice și a stării de vegetație reprezintă indici prețioși pentru organizarea și desfășurarea lucrărilor de întreținere (normelor de îngrășare și irigare, în funcție de succesiunea momentelor critice din viața plantelor etc.).

Prin prognoze agrometeorologice se înțelege prevederea condițiilor externe de dezvoltare ale plantelor agricole (ierboase sau arborescente) și a efectelor exercitate de acestea asupra ritmului de desfășurare a fazelor fenologice, a intensității de creștere și dezvoltare și în final a randamentului obținut.

În funcție de natura factorilor prognozați și de datele existente în prezent, distingem:

1. *Prognoze cu referiri la condițiile de vegetație ale plantelor:*

— prognoza stării timpului (condițiilor meteorologice cu importanță pentru producția agricolă).

2. *Prognoza agrometeorologică cu referiri speciale la starea culturilor;*

— prognoza fazelor fenologice care se referă îndeosebi la dezvoltarea ca proces stadial:

— prognoza stării de vegetație a culturilor, avînd ca obiectiv principal procesele care conduc la formarea recoltelor.

BCU IAȘI - UNIVERSITY LIBRARY

Toate aceste categorii de prognoze pot fi elaborate fie pe plan zonal pentru mari unități geografice, fie local pentru o singură unitate agricolă sau chiar pentru un lan separat.

În funcție de perioada de anticipare distingem *prognozele de scurtă durată* cu o anticipare pînă la 1—2 săptămîni și *de lungă durată*, cu perioada de anticipare, care poate să varieze de la 2 săptămîni la 5—6 luni și chiar mai mult.

Capitolul de față analizează posibilitățile de întocmire a prognozelor fenologice și a recoltelor pe plan zonal cu diferite perioade de anticipare.

Prognoza condițiilor de vegetație ale plantelor

În grupa factorilor de vegetație, a căror fluctuație în timp este atît de puternică încît prognozarea lor este deosebit de necesară, se includ și condițiile atmosferice și regimul hidrotermic al solului.

Pentru ceilalți factori naturali (natura solului și relieful), care au o stabilitate puternică în timp, se impun doar analize riguroase în privința distribuției lor spațiale și a calității lor intrinsece, prevederea lor nefiind necesară.

Prognoza condițiilor atmosferice și a regimului hidrotermic al solului fac obiectul altor cercetări de specialitate.

În lucrarea de față se folosesc doar concluziile care izvorăsc din prognozele amintite. Raporturile dintre plante și condițiile atmosferice sînt prezentate sistematic într-un capitol aparte (cap. V).

Prognoze agrometeorologice cu referiri speciale la starea culturilor

Prognoza fazelor fenologice la flora spontană și cultivată

Prognoza fazelor de vegetație atît în flora spontană cît și cultivată, se bazează pe corelația existentă între intensitatea desfășurării fazelor de vegetație și evoluția condițiilor meteorologice.

Din totalitatea factorilor meteorologici regimul termic exercită cea mai puternică influență asupra duratei întregului ciclu de vegetație și a diferitelor perioade ale acestuia.

Procesele de creștere vegetativă, de acumulare a masei organice, sînt determinate deopotrivă atît de factorii meteorologici în totalitatea lor cît și de însușirile biologice ale plantelor.

Cunoașterea corelațiilor legice dintre intensitatea desfășurării fazelor fenologice și evoluția condițiilor meteorologice permite întrevederea orientativă

(prognozarea) a datelor calendaristice de producere a momentelor critice din viața plantelor.

Cercetările din ultimele decenii, pe plan mondial și din țara noastră au demonstrat că pentru studierea regimului fenologic la flora spontană și cultivată, trebuie acordată o atenție deosebită corelațiilor dintre acesta și regimul termic. În acest scop se folosesc indici termici (sume de temperatură) care arată cantitatea de căldură necesară pentru parcurgerea diferitelor faze și interfaze.

Deoarece în jurul indicelui termic s-a făcut și se fac încă multe discuții, aducîndu-se adesea obiecțiuni în privința valabilității lui, vom insista mai mult asupra acestei probleme.

Obiecțiunile în acest sens s-au intensificat îndeosebi după ce s-au clarificat într-o anumită măsură legile de variație a cerințelor plantelor față de căldură de-a lungul perioadei de vegetație și după ce s-a descoperit fotoperiodismul în viața plantelor. Astfel, este cunoscut faptul că fiecare din fazele de vegetație ale plantelor se desfășoară în condiții optime între anumite limite de temperatură; oricare alte temperaturi sînt cu atît mai puțin prielnice plantelor în faza respectivă, cu cît sînt mai depărtate într-un sens sau altul de intervalul optim.

Ținînd seama de cele de mai sus s-ar părea deci, că suma temperaturilor pentru anumite perioade de vegetație nu poate fi un indiciu concludent, deoarece conține și temperaturi în afara intervalelor optime.

Pe de altă parte, dacă ținem seama de faptul că ritmul de dezvoltare al plantelor este determinat în aceeași măsură și de factorul lumină, s-ar părea că suma temperaturilor nu poate reflecta consumul real de căldură pentru diferite stadii de dezvoltare, întrucît valoarea acestei sume ar oscila de la un caz la altul și în funcție de durata zilei și de intensitatea și calitatea luminii.

În aceeași ordine de idei trebuie menționată influența umidității solului asupra duratei intervalului.

Fără îndoială că toate aspectele amintite îngreunează în mare măsură folosirea indicilor termici pentru aprecierea ritmului de desfășurare a fazelor.

Din cercetările noastre efectuate în ultimii ani a rezultat că influența factorului termic asupra succesiunii fenofazelor este preponderentă, dar nu exclusivă.

În consecință, corelații evidente între factorii respectivi se obțin numai în anumite condiții; *precizarea acestora reprezintă problema cheie în stabilirea și folosirea indicilor termici.*

Analizînd modul în care ceilalți factori, lumina, umiditatea, regimul de nutriție al solului, influențează aceleași procese, s-a ajuns la concluzia că dependența riguroasă a ritmului de desfășurare a fenofazelor de indicii termici se realizează numai atunci cînd factorii amintiți (lumina, umiditatea etc.) se află în limite apropiate de cerințele biologice ale plantelor. Astfel, în condițiile de secetă excesivă sau regim de nutriție nesatisfăcător, corelația respectivă devine mai puțin evidentă.

De asemenea, în cazul schimbării puternice în intensitatea luminii sau în durata de strălucire a soarelui, cum ar fi de exemplu în zonele nordice, indicii respectivi capătă valori diferite.

În condițiile țării noastre, diferențierile în zonalitatea intensității luminii nu sînt atît de puternice încît să provoace anomalii în ritmul dezvoltării plantelor. Între limitele extreme sudice și nordice ale țării noastre, variațiile în durata astronomică a zilei, nu depășesc 30 minute, fapt care exclude de la sine necesitatea completării calculelor prin includerea luminii.

Problema parametrilor în care indicii termici pot fi folosiți pentru elaborarea prognozelor a fost analizată în lucrările precedente (Culegere de lucrări ale I. M., 1964, 1965, 1966, 1967). În capitolul de față ne vom ocupa de posibilitatea prognozării fazelor de vegetație în prima jumătate a perioadei calde a anului, cînd corelațiile dintre evoluția temperaturii și a fazelor de vegetație sînt mai evidente.

În a doua jumătate a perioadei calde, apariția frecventă a deficitului de umiditate în aer și sol, micșorează semnificația indicilor amintiți.

Variațiile în umiditate a solului din prima jumătate a anului influențează îndeosebi ritmul acumulării masei vegetative a plantelor, ritmul de creștere propriu-zis. Dezvoltarea plantelor, ritmul desfășurării fazelor, durata acestora sînt afectate numai în cazul în care deficitul de umiditate este deosebit de accentuat (umiditatea solului scade sub 30% din capacitatea de cîmp). În primele 3—4 luni de la desprimăvărare însă, asemenea situații se întîlnesc rar fapt care face ca dezvoltarea plantelor, desfășurarea fazelor fenologice în sezonul respectiv să depindă în mare măsură de factorul termic.

Apare astfel ușor de explicat de ce fenomenele specifice desprimăvărării în lumea vegetală ca: intensificarea circulației sevei la arbori, reluarea vegetației, înmugurirea, deschiderea florilor etc. se află într-o riguroasă dependență de evoluția regimului de temperatură.

Pentru a urmări metodic caracterul desprimăvărării, evoluția fazelor de vegetație la flora spontană și a stabili criteriile de prognozare a acestora s-au efectuat observații sistematice asupra fazelor de înflorire la specii arborescente (salcîm, tei, arțar etc.) pomicole (cais, prun, cireș etc.) sau culturi de cîmp, în raport cu evoluția temperaturii.

În baza acestor observații s-a redat, sub formă grafică și tabel, evoluția sumelor adiționale ale temperaturilor respective (tabelul 37).

Prin metoda grafică se precizează abaterile termice de la o dată sau alta a primăverii față de valorile plurianuale. Abaterile respective se stabilesc atît în sume de temperaturi cît și în zile. Așa cum se observă din figura 94, la data de 3.IV.1968 la Băneasa, abaterea termică (pozitivă) față de normală a fost de 120°C. La acea dată se acumulează 270°C în loc de 150°C. Graficul indică de asemenea că sumei respective îi corespunde o abatere de 10 zile, adică, primăvara era mai avansată față de normal cu aproape două săptămîni.

Abaterile respective reprezintă un prim indiciu de prognozare; diferența în zile corespunde avansului sau întîrzierii față de data medie plurianuală a producerii fenomenelor fenologice la plantele perene. Cercetările noastre recente au scos în evidență faptul că în majoritatea anilor abaterile regimului termic se micșorează treptat o dată cu înaintarea în anotimpul cald, (Ex. 1969) datorită fenomenelor de compensare care se produc pe parcurs. Anul 1968

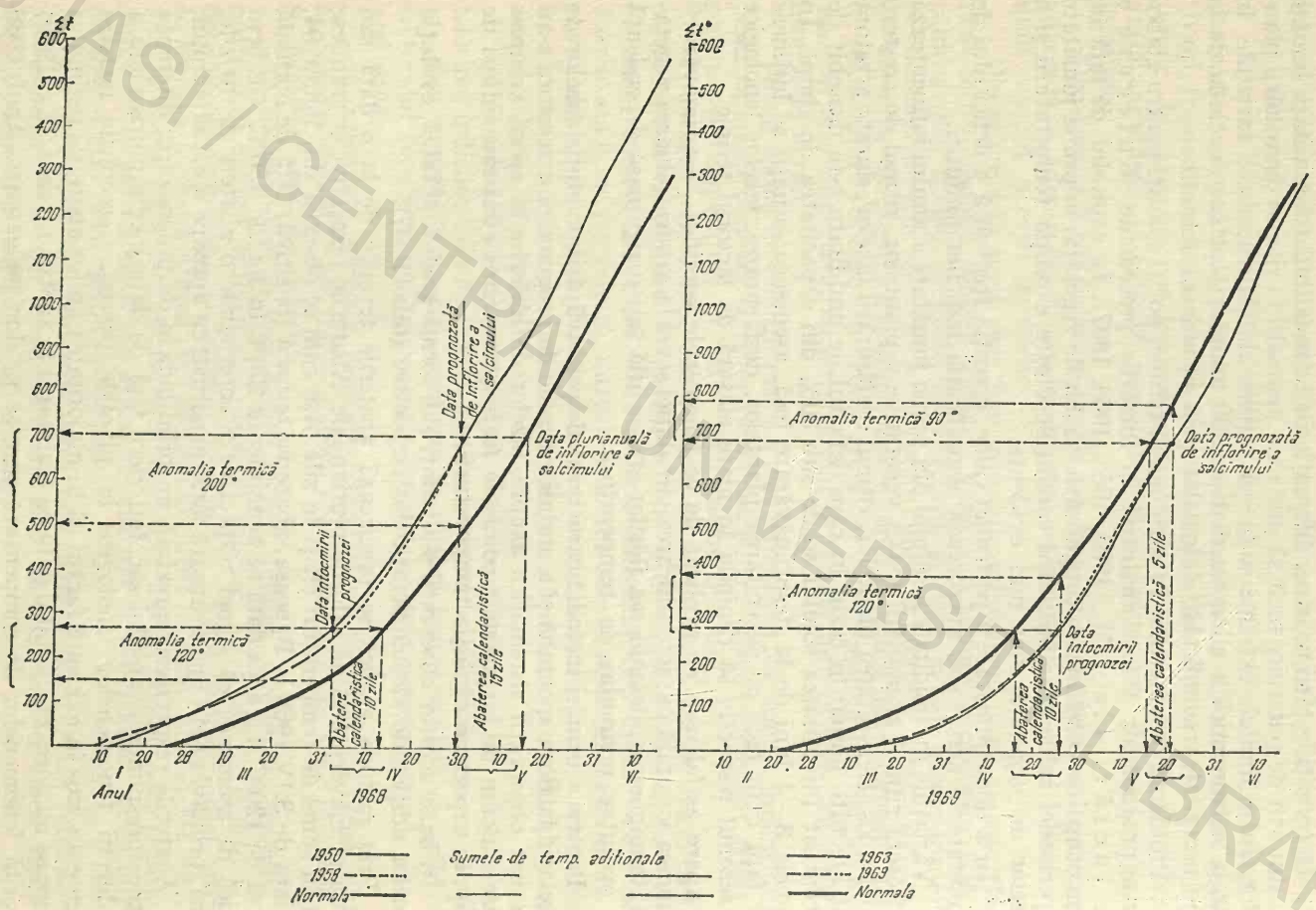


Fig. 94 — Evoluția sumelor adiționate ale temperaturilor 0° la București-Băneasa

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul 37

Suma temperaturilor medii decadice >0°C (valori adiționale comparativ cu mediile plurianuale)
Anomalii termice

Stația	Anul	Februarie	Martie	Aprilie		Abaterea față de normală 20.IV.		Aprilie	Abaterea față de normală 30.IV.		Mai			Abaterea față de normală 31.V.	
				1-10	11-20	Grade	zile	21-30	Grade	zile	1-10	11-20	21-31	Grade	zile
București Băneasa	1962	0	95	195	310	— 35	3	400	— 15	1	580	875	1000	15	1
	1963	0	60	100	120	—125	10	470	—100	7	540	700	900	—70	4
	1964	5	115	215	230	0	0	480	15	1	620	775	950	0	0
	1968	55	235	375	490	145	12	655	165	13	855	1055	1275	275	17
	1969	—	55	125	235	100	9	375	90	7	515	715	950	25	2
Timișoara	1962	0	80	170	290	—120	10	445	—90	7	580	750	960	—85	5
	1963	0	100	160	295	—115	10	450	—95	7	610	800	985	—70	4
	1964	0	120	225	350	— 70	5	470	—70	5	600	750	930	—85	5
	1968	95	270	395	520	100	9	685	130	8	865	1050	1260	200	10
	1969	25	175	265	350	— 50	4	495	—40	3	680	845	1055	0	0
Cluj	1962	0	50	110	220	—30	3	360	0	0	470	600	800	0	0
	1963	0	50	100	215	—40	4	350	—10	1	500	650	830	25	2
	1964	0	75	160	255	0	0	365	0	0	470	610	760	—25	2
	1968	70	185	305	390	125	14	550	180	12	725	885	1065	210	12
	1969	12	110	170	230	—30	3	350	—20	2	505	670	845	40	2
Iași	1962	10	40	120	230	— 40	4	375	—20	2	490	660	880	—15	1
	1963	0	0	15	100	—180	21	255	—150	13	425	615	820	—70	5
	1964	0	55	140	240	—35	4	380	—20	2	500	640	815	—70	4
	1968	0	140	245	365	75	7	520	70	6	710	885	1080	180	10
	1969	0	15	75	160	— 90	11	295	—125	9	470	640	840	—65	5

reprezintă o excepție în acest sens; asemenea ani în care anomaliile termice cresc, se întîlnesc doar de trei—patru ori într-un secol (tab. 37).

Însumînd temperaturile efective ($\geqslant 0°C$) de la desprimăvărare și pînă la înflorirea principalelor specii melifere, s-au obținut pentru fiecare dintre ele indici termici caracteristici pentru această fază (tab. 38).

Calculîndu-se data calendaristică la care se realizează suma indicelu respectiv, s-a precizat abaterea între datele reale ale înfloririi și datele teoretice. Pe baza acestui sistem, se pot prognoza fazele de vegetație cu aproximativ o lună înainte de producerea lor la pomi și arbori în toate zonele țării. Datele obținute, exprimate sub formă de izofene redau zonalitatea declanșării fazelor în anul respectiv (fig. 95 a, b). Pentru plantele de cultură momentele de întocmire a prognozelor se aleg în funcție de data răsăririi sau de apariția unor faze fenologice cu caracteristici distincte (formarea paiului, înspicare, înflorire etc.). Descrierea metodei se face separat, pentru fiecare cultură în parte paralel cu prezentarea criteriilor de prognoză a stării de vegetație și a recoltei culturilor.

Tabelul 38

Datele apariției fazei de înflorire — reale și prognozate — și indicii termici caracteristici la diferite specii de plante

Nr. crt.	Denumirea plantei	Indice termic $\Sigma t° > 0$	Data plurianuală de înflorire	1963				1968				1969			
				Data reală de înflorire	Abaterea față de data plurianuală	Data prognozată de înflorire	Abaterea față de data reală	Data reală de înflorire	Abaterea față de data plurianuală	Data prognozată de înflorire	Abaterea față de data reală	Data reală de înflorire	Abaterea față de data plurianuală	Data prognozată de înflorire	Abaterea față de data reală
1	*Corylus avellana*	125	29. III	7. IV	— 9	9. IV	—2	18. III	11	10. III	8	11. IV	14	13. IV	—2
2	*Salix capraea*	150	1. IV	12. IV	—12	13. IV	—1	22. III	9	14. III	8	14. IV	13	16. IV	—2
3	*Acer negundo*	225	10. IV	18. IV	— 8	19. IV	—1	31. III	10	28. III	3	20. IV	10	22. IV	—2
4	*Populus nigra*	225	10. IV	18. IV	— 8	19. IV	—1	31. III	10	28. III	3	20. IV	10	22. IV	—2
5	*Populus alba*	225	10. IV	18. IV	— 8	19. IV	—1	31. III	10	28. III	3	20. IV	10	22. IV	—2
6	*Acer platanoides*	255	13. IV	19. IV	— 6	21. IV	—2	2. IV	11	31. III	2	22. IV	9	23. IV	—1
7	*Prunus armeniaca*	225	13. IV	20. IV	— 7	21. IV	—1	2. IV	11	31. III	2	21. IV	8	23. IV	—2
8	*Prunus persica*	300	17. IV	24. IV	— 7	25. IV	—1	5. IV	12	6. IV	—1	25. IV	8	25. IV	0
9	*Prunus cerasus*	315	18. IV	26. IV	— 8	27. IV	—1	8. IV	10	8. IV	0	27. IV	9	26. IV	1
10	*Prunus domestica*	325	19. IV	27. IV	— 8	26. IV	1	10. IV	9	9. IV	1	27. IV	8	26. IV	1
11	*Cerasus vulgaris*	340	21. IV	28. IV	— 7	30. IV	—2	11. IV	10	10. IV	—1	28. IV	7	29. IV	—1
12	*Acer campestre*	355	22. IV	27. IV	— 5	28. IV	—1	12. IV	10	11. IV	1	29. IV	7	30. IV	—1
13	*Pirus sativa*	380	24. IV	30. IV	— 6	2. V	—2	14. IV	10	13. IV	1	1. V	6	1. V	0
14	*Caragana arborescens*	390	25. IV	28. IV	— 3	29. IV	—1	15. IV	10	14. IV	1	2. V	7	2. V	0
15	*Malus domestica*	425	27. IV	29. IV	— 2	30. IV	1	17. IV	10	16. IV	1	3. V	6	4. V	—1
16	*Syringa vulgaris*	450	29. IV	1. V	— 3	4. V	—2	18. IV	11	17. IV	1	5. V	6	6. V	—1
17	*Aesculus hipopocastanum*	490	2. V	4. V	— 2	7. V	—3	21. IV	11	21. VI	0	8. V	6	8. V	0
18	*Robinia pseudoaccacia*	690	15. V	15. V	0	18. V	—3	1. V	14	1. VV	0	20. V	5	21. V	—1
19	*Vitis vinifera*	995	2. VI	1. V	1	4. VI	—3	18. V	14	20. V	—2	3. VI	1	3. VI	0
20	*Helianthus annus*	1520	28. VI	28. VI	0	29. VI	—1	14. VI	14	15. VI	—1	30. VI	2	28. VI	2

BCU IAȘI CENTRALA UNIVERSITARĂ LIBRARY

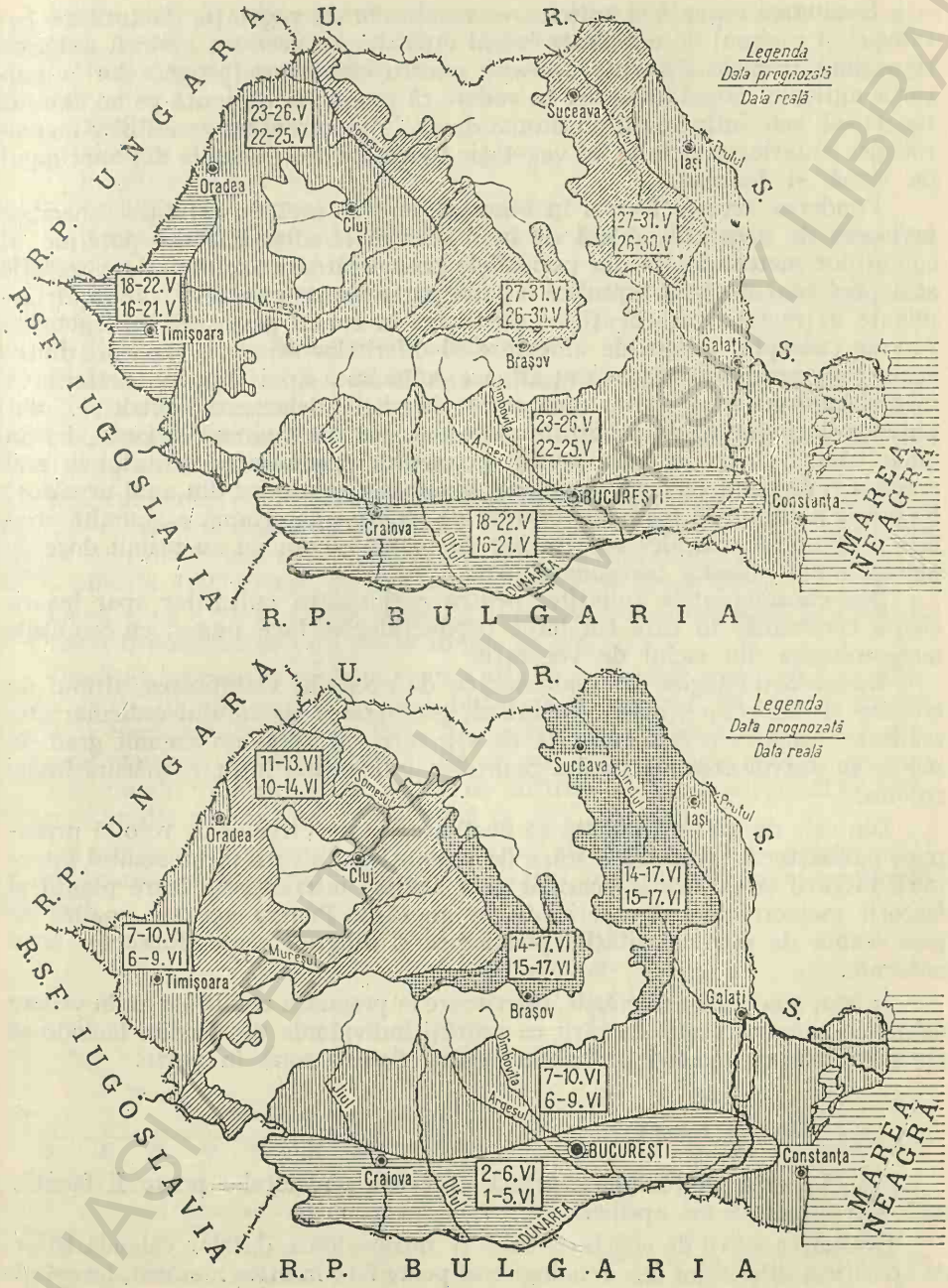


Fig. 95 – Izofenele înfloririi (anul 1969):
sus — salcim; *jos* — tei

BCU IAȘI CENTRALA UNIVERSITARĂ LIBRARY

Evaluarea curentă și anticiparea condițiilor de vegetație (factorii meteorologici și regimul de umiditate în sol etc.) despre care s-a amintit anterior reprezintă primele elemente necesare pentru elaborarea prognozelor la culturile agricole. Totodată se are în vedere că producția obținută pe un anumit tip de sol, este influențată nu numai de evoluția curentă a condițiilor meteorologice anterioare ciclului de vegetație îndeosebi de condițiile din anotimpul de iarnă și toamnă.

Ponderea acestor factori în bilanțul general față de condițiile specifice perioadei de vegetație, diferă de la o cultură la alta. Efectul puternic al condițiilor meteorologice din perioadele premergătoare ciclului de vegetație se explică mai ales prin faptul că o bună parte din proprietățile solului (determinate de factorii precedenți) se păstrează în cursul perioadei de vegetație. Așa de exemplu, gradul de umectare al diferitelor straturi, raportul dintre aer și apă, gradul de tasare sau afînare, adîncimea apei freatice, activitatea microorganismelor și chiar proporția diferitelor elemente nutritive, sînt puternic influențate de condițiile meteorologice din toamnă și iarnă, iar în unele cazuri chiar din vara anului precedent. Acumularea azotului în anii secetoși reprezintă una din premizele favorabile recoltelor din anul următor; levigarea azotului în toamnele excesiv de ploioase determină o anumită etiolare a plantelor mai ales a culturilor de toamnă, care nu au primit doze de îngrășăminte chimice corespunzătoare.

Din considerentele amintite, pentru majoritatea culturilor apar insuficiente cercetările în care corelarea producțiilor se face numai cu condițiile meteorologice din ciclul de vegetație.

Însușirile biologice ale plantelor ca de exemplu viabilitatea, ritmul de creștere și dezvoltare, masa vegetativă, proliferarea sistemului radicular etc. realizate pînă la o fază sau alta de vegetație, prezintă un anumit grad de inerție în dezvoltarea ulterioră a plantelor, influențînd în mare măsură însăși recolta.

Din cele de mai sus rezultă că evaluarea perspectivelor de recoltă presupune cunoașterea riguroasă a stării de vegetație a culturii în momentul întocmirii lucrării și explicația acesteia prin analiza interacțiunii între plantă și factorii meteorologici din perioada prognozării. Pentru această analiză se ține seama de particularitățile pedologice și orografice ale diferitelor zone naturale.

În etapa actuală cercetările, referitoare la prognoza recoltelor au în vedere diferitele zone naturale ale țării ca unități individuale de studiu, făcîndu-se aprecieri asupra recoltei probabile pentru fiecare zonă în parte.

Grîul de toamnă

La grîul de toamnă o primă apreciere a recoltelor poate fi făcută, încă din cursul lunii aprilie.

Evaluarea stării de vegetație însă și întrevederea datelor calendaristice de apariție a diferitelor faze fenologice se poate face în orice moment, începînd de la semănat.

Aceste evaluări din cursul perioadei de vegetație reprezintă elemente prețioase pentru prevederea recoltei propriu-zise.

În mod convențional, ciclul de vegetație a fost împărțit în următoarele perioade:

— semănat — răsărire;
— răsărire — înfrățire;
— înfrățire-intrare în iarnă;
— perioada de repaus relativ — iernare;
— perioada de desprimăvărare (reluarea vegetației) — pînă la formarea paiului;
— perioada de la formarea paiului la înflorire (perioada de maximă creștere vegetativă);
— perioada de la înflorire la maturitate.

Semănat — răsărire. *În condiții de umiditate normală,* 50% din umiditatea accesibilă a solului (aproximativ 15—20 mm apă în stratul arabil) și aerație suficientă, durata perioadei de la semănat la răsărire este determinată de evoluția temperaturilor în acest interval.

Din culegerea de lucrări ale Institutului Meteorologic (1960—1966) a rezultat că pentru desăvîrșirea acestei faze este necesară o sumă medie de temperaturi mai mare de 0°C, egală cu 119°C, avînd limitele variației de la 100°C pînă la 140°C, ceea ce reprezintă o abatere de ± 15%

După U l a n o v a (1959) aceleiași perioade îi este necesară o sumă de 67°C cînd însumarea se face de la limita de 5°C.

Condițiile optime de răsărire pentru grîu se realizează atunci cînd la adîncimea de 0—10 cm umiditatea accesibilă este 10 mm sau 30 mm în stratul arabil și temperatura de 15—18°C. În aceste condiții răsărirea este foarte energică, plantele sînt viguroase, avînd un potențial biologic ridicat. În condițiile de umiditate menționate, ritmul de răsărire crește proporțional cu temperatura medie a perioadei numai pînă la 15°C (fig. 96).

La temperaturi ridicate (⩾15°C) ritmul de răsărire crește proporțional cu umiditatea solului pînă la 30 mm în stratul arabil (umiditatea accesibilă) (fig. 97).

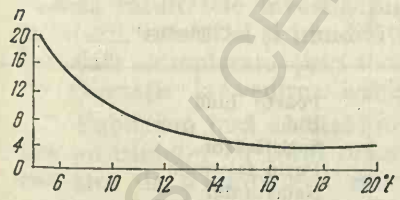


Fig. 96 — Corelația dintre durata în zile a perioadei semănat—răsărit (n) și temperatura medie a perioadei ($t°$) la grîul de toamnă în condițiile umidității solului 20—30 mm în stratul de 0—20 cm

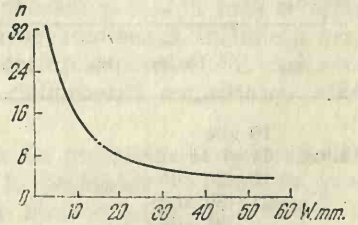


Fig. 97 — Corelația dintre durata perioadei semănat—răsărit (n) și rezervele umidității (w) în stratul de sol 0—20 cm la grîul de toamnă (temp. ⩾ 15°C)

Din cele de mai sus rezultă:

— Cînd temperatura în stratul arabil depășește 15°C și umiditatea accesibilă 30 mm (300 m³/ha apă) faza de răsărire apare la 4—5 zile după semănat, în funcție de textura solului. (Pe solurile mai ușoare răsărirea este mai energică decît în cele grele, cînd adîncimea de semănat este aceeași).

— Dacă t° se află sub limita optimă, atunci prognozarea răsăririi se face cu ajutorul graficului (fig. 96), care arată corelațiile directe cu factorii respectivi. Dacă prognoza se face prin calcul, se poate folosi fie indicele termic de 67°C, cînd însumarea se face de la limita biologică 5°C sau indicele de 100°C cînd însumarea se face de la 0°C.

Dacă de exemplu t° medie a perioadei semănat-răsărit este de 12°C, răsărirea plantelor va avea loc la 10 zile după semănat (la realizarea sumei de 120°C).

Dacă umiditatea se află sub limita optimă, distingem două situații:

— plafonul umidității este egal sau apropiat de limita coeficientului de ofilire. În acest caz procesele de germinare și răsărire stagnează complet și perioadele respective se scot din calcul. Asemenea perioade au existat de exemplu în sudul țării în ultimul deceniu în toamnele 1965—1969;

— umiditatea depășește sensibil limita ofilirii (cu cel puțin 5—10 mm peste aceasta) atunci se folosește graficul care arată dependența răsăririi în funcție de umiditate. De regulă, în asemenea situații temperatura nu reprezintă o frînă pentru procesele respective. (În toamnele secetoase temperatura depășește aproape întodeauna limita minimă necesară pentru procesele de răsărire astfel încît variațiile de umiditate dau oscilații evidente în ritmul de răsărire).

În aprecierea condițiilor agrometeorologice pentru această perioadă, reținem semnificația deosebită pe care o are numărul de zile — durata acestei perioade. Durata optimă este de 10 zile. Creșterea acestei durate la peste 10 zile indică o înrăutățire a condițiilor, care poate fi exprimată fie cifric la scara de la 1 la 5, fie prin calificative (tabelul 39).

Tabelul 39

Evaluarea condițiilor de vegetație în perioada semănat-răsărit în funcție de durata acesteia

Durata în zile	Nota	Calificativul
10 zile	5	Foarte bine
Între 11 și 15 zile	4	Bine
16—20 zile	3	Satisfăcător
21—30 zile	2	Puțin favorabil
31 zile	1	Nefavorabil

Prognozarea datei începerii fazei de înfrățire se poate face după metoda Ulanova sau Nasotovski. Ulanova indică suma de 67°C (>5°C), corespunzătoare perioadei răsărire-începutul înfrățirii. După același autor, pentru întreaga perioadă de la semănat la înfrățire este necesară o sumă de

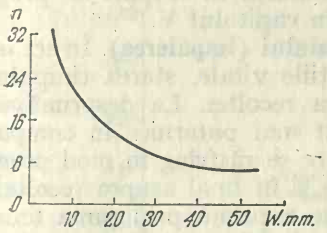


Fig. 98 — Corelația dintre durata în zile (n) a perioadei răsărit—înfrățit și rezervele de umiditate din sol (W) în stratul de 0—20 cm la grîul de toamnă ($t° \geqslant 15°$)

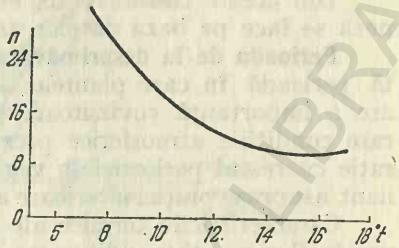


Fig. 99 — Corelația dintre durata (în zile) a perioadei răsărit—înfrățit (n) și temperatura medie a aerului din această perioadă (t) în condițiile umidității 20 mm. în stratul de sol 0—20 cm la grîul de toamnă

134°C. Nosatovski a stabilit suma de 220°C(>0°C) pentru aceeași perioadă și 340°C de la semănat la înfrățit. Metoda Nosatovski dă rezultate mai concludente în condițiile țării noastre decît metoda Ulanova. Aplicarea oricărei metode însă, bazate pe indici termici, se poate face numai în cazul în care umiditatea accesibilă în sol este în limite satisfăcătoare. În condițiile de umiditate insuficientă (sub 30 mm, în orizontul de 0—20 cm) prognoza înfrățirii se calculează după metoda grafică (fig. 98).

În această figură este redată corelația între durata perioadei răsărit-înfrățit și rezervele umidității solului în stratul arabil în condițiile temperaturilor>15°C respectiv (cînd temperatura nu reprezintă factor limitativ). În această situație singurul factor limitativ este apa din sol. Dacă însă temperatura perioadei este sub 15°C și în sol există un minim de 20 mm apă accesibilă în stratul arabil, atunci folosim fie graficul (fig.99), fie indicele termic după metoda Nosatovski.

Perioada de la înfrățire la intrarea în iarnă. Pentru perioada de la înfrățire la intrarea în iarnă nu pot fi stabiliți indici caracteristici deoarece momentul calendaristic la care plantele intră în repaus nu depinde de însușirile biologice ale plantelor, ci de starea timpului. În această perioadă însă se sintetizează rezultatele investigațiilor anterioare și se analizează influența temperaturii, insolației și umidității în funcție de cerințele plantei. Pe baza acestor date completate prin sondaje directe, se delimitează zonalitatea stării de vegetație la venirea iernii.

Subliniem însă că stabilirea perspectivelor de producție la această dată are un caracter cu totul orientativ, deoarece în perioadele următoare, posibilitatea de schimbare a zonalității factorilor meteorologici este destul de mare. Analizînd și interpretînd în mod analog condițiile meteorologice din perioada următoare, mărim în mod treptat precizia zonalității stării de vegetație și a prespectivelor de producție.

În etapa actuală a cercetărilor, influența condițiilor atmosferice asupra iernării culturilor de toamnă nu este decît sporadic exprimată în valori cifrice — predomină estimările calitative.

Din aceste considerente, evaluarea acestor condiții în scopuri de prognoză se face pe baza datelor amplu prezentate în capitolul V.

Perioada de la desprimăvărare la formarea paiului (împăierea). În această perioadă în care plantele își intensifică funcțiile vitale, starea timpului are o importanță covîrșitoare pentru perspectiva recoltei. La desprimăvărare condițiile atmosferice prezintă oscilații mult mai puternice în comparație cu restul perioadei de vegetație, oscilații care se răsfrîng în mod pregnant asupra evoluției ulterioare a fazelor fenologice și în final asupra recoltei.

Caracteristicile termice ale desprimăvărării se exprimă prin suma temperaturilor pozitive, adiționate încă din cursul lunii februarie (1 februarie). S-a ales această dată ca moment de începere a însumărilor, întrucît din analiza ultimilor decenii a rezultat că încălzirile sporadice din cursul lunii februarie (ferestre) influențează reluarea vegetației, atît datorită intensității slabe a acestora, cît și pentru faptul că plantele în această perioadă se află într-un „repaus" profund.

Din analiza comparativă a caracteristicilor termice ale desprimăvărării, exprimate în sume adiționate (fig. 100), rezultă deosebiri foarte puternice de la un an la altul. Așa de exemplu, datele calendaristice extreme la care se acumulează suma de 40°C pozitive (necesare reluării vegetației culturilor de toamnă) diferă între ele cu 46 zile într-un interval de 6 ani.

Așa cum se observă din graficele prezentate, cea mai timpurie dată de reluare a vegetației (10 februarie) din ultimul deceniu, s-a produs în anii 1957 și 1966, iar cea mai tîrzie (27 martie) în anul 1956.

În cadrul secolului actual, reluările extratimpurii ale vegetației nu depășesc extremele semnalate în ultimul deceniu.

Oscilațiile termice amintite determină variații corespunzătoare atît în data reluării vegetației la flora spontană și cultivată, cît și în ritmul desfășurării fazelor și interfazelor. Între datele extreme de formare a paiului, la culturile de toamnă de exemplu, apar diferențe de 40—50 zile. Pe măsură ce plantele înaintează în vegetație în a doua jumătate a anotimpului de primăvară și în prima jumătate a verii, atît abaterile termice cît și cele fenologice față de normală se reduc treptat, astfel încît maturitatea culturilor de toamnă se produce la date apropiate între ele de la un an la altul. O excepție o prezintă anul 1968 în care maturitatea grîului de toamnă s-a produs cel mai timpuriu din ultimele opt decenii. Așa se explică de ce în cazul desprimăvărărilor timpurii se produce de regulă alungirea perioadei de la formarea paiului la înflorire. În anii respectivi, perioada de creștere vegetativă fiind mai lungă, perspectiva acumulării masei uscate este mai mare decît în cazul desprimăvărărilor tîrzii (cînd perioada de la formarea paiului la înflorire se scurtează sensibil).

În concluzie, o desprimăvărare tîrzie (cînd suma temperaturilor $>0°C$ în intervalul 1 februarie — 10 aprilie, scade sub 150°C) reprezintă un indiciu concludent de dominare a masei vegetative și a însăși recoltei de boabe la culturile de toamnă. (Exemplu anii 1942, 1956, 1963, 1969 în jumătatea de est a țării).

Desigur că recolta slabă din anii respectivi a fost determinată de mai mulți factori. În cadrul acestora însă, regimul termic scăzut în perioada reluării vegetației a avut un rol preponderent în zonele estice ale țării.

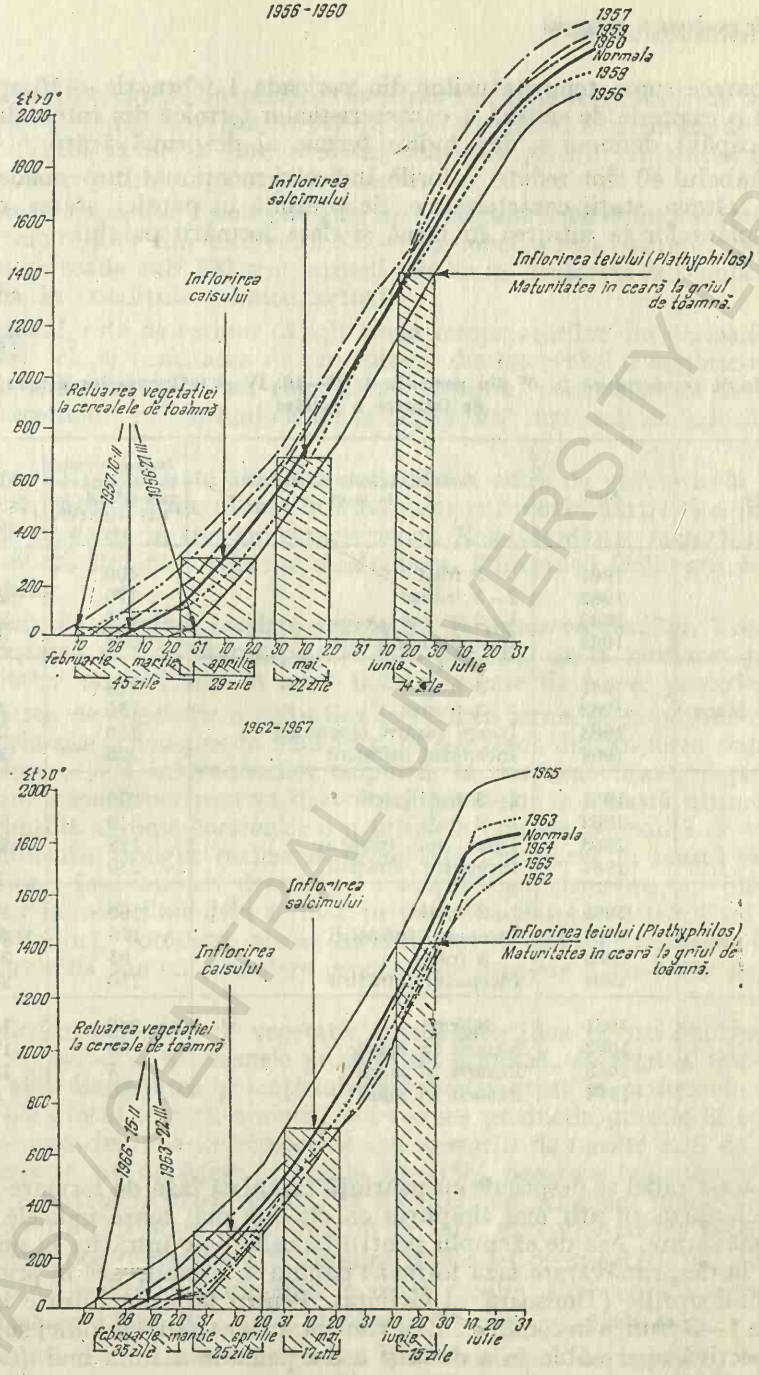


Fig. 100 — Evoluția sumelor adiționate ale temperaturilor $> 0°C$ și a anomaliilor fenologice la flora spontană și cultivată (Sînnicolau Mare 1956—1960, 1962—1967)

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Deoarece suma temperaturilor din perioada 1 februarie — 10 aprilie reprezintă o expresie de sinteză a caracteristicilor termice din intervalul amintit, ea capătă denumirea de „indice termic al desprimăvărării".

În tabelul 40 sînt redate valorile indicelui menționat în perioada 1961—964 la cîteva stații caracteristice. Se prezintă în paralel starea de vegetație a plantelor la intrarea în iarnă și data formării paiului.

Tabelul 40

Sumele de temperatură > 0° din perioada 1. II—10. IV și influența lor asupra fazei de formare a paiului

Stația	Anul	Faza de vegetație la intrarea în iarnă	Indicele termic la desprimăvărare (t°C de la 1.II — 10.IV)	Data formării paiului
Timișoara	1961	3 frați	400	6. IV
	1962	2—3 frunze	170	28. IV
	1963	1—2 frunze	170	27. IV
	1964	Începutul înfrățirii	225	21. IV
Sînnicolau Mare	1961	3 frați	413	6. IV
	1962	3 frunze	150	27. IV
	1963	Începp. răsărit (sporadic)	170	27. IV
	1964	Începutul înfrățirii	220	23. IV
Mărculești	1961	2—3 frați	270	6. IV
	1962	1—2 frați	210	23. IV
	1963	Form. nod. înfrățire	125	28. IV
	1964	Începutul înfrățirii	230	22. IV
Făurei	1961	1—2 frați	260	12. IV
	1962	Începutul înfrățirii	170	28. IV
	1963	3 frați	95	30. IV
	1964	Începutul înfrățirii	210	28. IV
Botoșani	1961	3 frați	340	15. IV
	1962	Răsărit în masă	90	17. V
	1963	Răsărit în masă	5	18. V
	1964	Răsărit în masă	30	8. V

Din acest tabel se desprinde cu ușurință faptul că faza de formare a paiului se declanșează cu atît mai timpuriu cu cît este mai mare indicele termic la desprimăvărare. Așa de exemplu pentru lanurile bine înfrățite la un indice de 300°C la desprimăvărare faza formării paiului se declanșează în prima pentadă a lunii aprilie (Timișoara și Griviția). Pentru lanurile intrate în iarnă în faza de 1—3 frunze în condițiile desprimăvărărilor tîrzii, cu indici sub 100°C faza respectivă apare abia în a doua și a 3-a pentadă a lunii mai (ex.: Botoșani în 1963, la Perieni în 1963 etc.).

Precipitațiile căzute în perioada noiembrie-martie reprezintă de asemenea un indice semnificativ pentru dezvoltarea ulterioară a culturilor de toamnă. Semnificația acestuia este evidentă mai ales pentru jumătatea de est a țării și crește în anii cu precipitații slabe.

În zonele respective recolta de grîu înregistrează scăderi importante cînd totalul precipitațiilor din intervalul XI — III coboară sub 150 mm. Dacă limita acestora scade sub 100 mm, atunci recolta nu depășește de regulă 800—1200 kg/ha în condițiile tehnicii actuale.

În general, este de reținut că atît suma temperaturilor din perioada desprimăvărării, cît și cantitatea de precipitații din intervalul noiembrie-martie reprezintă indici cu atît mai concludenți asupra perspectivelor de vegetație și a recoltelor cu cît limitele lor se depărtează mai mult de valorile plurianuale.

Figura 101 oglindește simultan zonalitatea stării de vegetație la intrarea în iarnă, precipitațiile căzute în intervalul noiembrie-martie și a producțiilor medii realizate în trei ani caracteristici. Relațiile dintre factorii respectivi și producții sînt mai evidente în Moldova, Bărăgan și Dobrogea decît în restul zonelor.

Perioada de maximă creștere vegetativă și formarea recoltei. Premisele pentru creșterea și dezvoltarea plantelor în perioada de la formarea paiului la maturitatea deplină sînt în mare măsură create de fazele precedente.

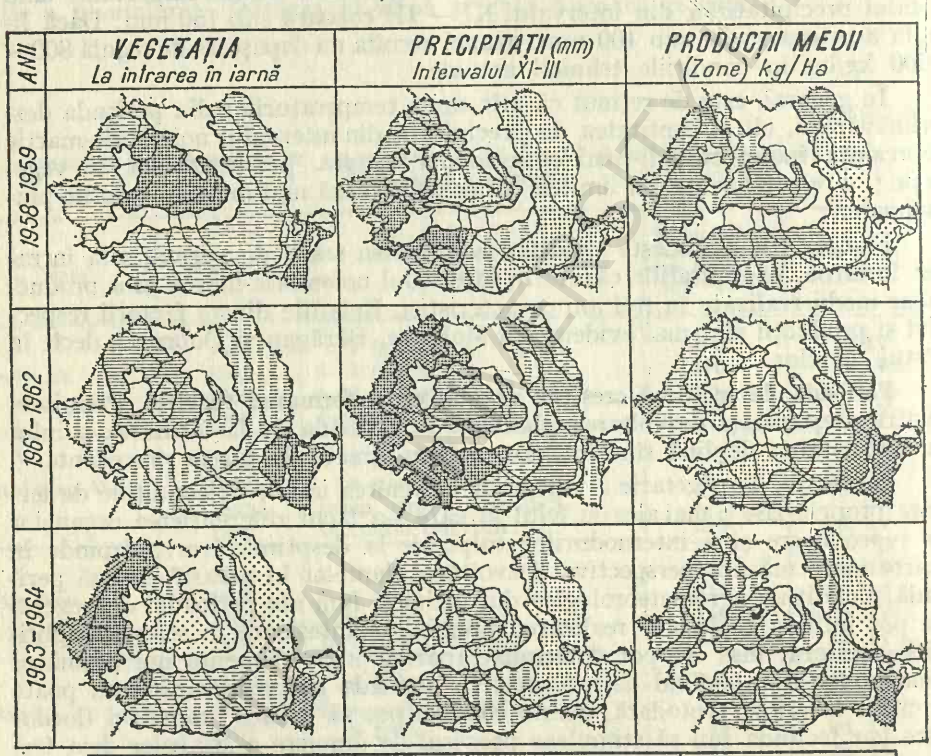
De starea de vegetație a culturilor la venirea iernii, de condițiile de iernare propriu-zise și mai ales de felul în care s-a făcut diferențierea organelor de reproducere și a internodurilor tulpinale la desprimăvărare, depinde în foarte mare măsură perspectiva dezvoltării plantelor în această ultimă perioadă. Condițiile agrometeorologice din ultimele luni ale perioadei de vegetație pot influența desigur realizarea premiselor anterioare în sensul amplificării acestora, însă nu pot determina apariția unor elemente noi (numărul elementelor florale fiind deja format în perioada desprimăvărării nu poate fi mărit ulterior). Totodată, aceste condiții pot să reducă numărul florilor care vor fecunda sau să stimuleze procesul de umplere a boabelor deja formate.

La sfîrșitul perioadei de vegetație atacul diferiților agenți patogeni, dăunătorii, șiștăvirea ca și daunele produse de grindină, determină într-o măsură sau alta diminuarea potențialului productiv creat în perioadele anterioare. Pe plan local factorii amintiți pot reduce producția practic la zero. Pe plan zonal însă diminuările respective sau sporurile de recolte față de premisele anterioare nu depășesc de regulă 10—15% deoarece fenomenele atmosferice care distrug în masă recolta, ca de exemplu grindina, inundațiile etc. au în general un caracter local. În anii cu totul excepționali (ex.1969) fenomene atmosferice dăunătoare la sfîrșitul perioadei de vegetație au acționat pe mari zone geografice diminuînd în masă recolta. Frecvența acestor situații nu depășește însă 10% (ploi abudente, băltiri, inundații etc.).

Confruntînd zonalitatea factorilor din anotimpul de toamnă, iarnă și primăvară cu producțiile realizate în ultimul deceniu, se desprinde posibili-

tatea prognozării orientative a recoltelor încă din cursul lunii aprilie. Se poate aprecia pentru fiecare zonă naturală în parte tendința de creștere sau scădere a producțiilor față de potențialul mediu.

Zonalitatea stării de vegetație la intrarea în iarnă, precipitațiile căzute în intervalul noiembrie-martie și indicii termici ai desprimăvărării sînt ele-



Legenda	Faza de vegetație La intrarea în iarnă	Precipitații în perioada XI-III	Producții medii (Zone) kg/Ha
	Germinat-Începutul răsăririi	< 75 mm	300–700 kg/Ha
	Răsărit	75–100 mm	700–900 kg/Ha
	Răsărit 2-3 frunze	100–150 mm	900–1100 kg/Ha
	Formarea nodului de înfrățire	150–200 mm	1100–1400 kg/Ha
	Începutul înfrățirii	200–250 mm	1400–1600 kg/Ha
	1-2 frați	250–300 mm	1600–1800 kg/Ha
	3 frați	300–400 mm	> 1800 kg/Ha
	———	> 400 mm	———
	Zonă muntoasă	Zonă muntoasă	Zonă muntoasă

Fig. 101 — Zonalitatea stării de vegetație la intrarea în iarnă, precipitațiile din intervalul XI—III și producții la grîul de toamnă

mentele esențiale pentru prognozarea zonală a recoltelor la această dată. Ulterior se aduc corelații în funcție de variația rezervelor de umiditate din sol și condițiile atmosferice din perioada de formare și de umplere a boabelor. Frecvența zilelor cu temperaturi maxime mai mari de 32°C este foarte concludentă pentru această perioadă, deoarece zilele respective sînt caracterizate totdeauna prin umiditate atmosferică scăzută.

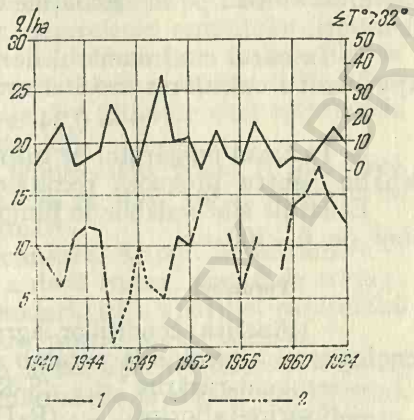


Fig. 102 — Evoluția sumelor de temperatură > 32°C (1) și a recoltelor (2) la grîul de toamnă jud. Ilfov

Pentru a exprima într-un singur indice frecvența și intensitatea fenomenelor respective se însumează diferența dintre temperatura de 32°C și valoarea maximă absolută a temperaturii din zilele excesiv de călduroase pentru perioada mai-iunie. Urmărind paralel variațiile anuale ale acestui indice ($\lesssim t° > 32°C$) și ale recoltelor pe un număr mare de ani se desprinde cu ușurință corelațiile dintre ele (fig. 102). Aproape totdeauna valorile ridicate ale indicelui termic ($\lesssim t° > 32° > 8°C$) arată scăderi de recoltă.

Se observă de asemenea o evoluție simetrică a acelor două curbe (indicele termic și producție). Abaterile de la evoluția simetrică arată frecvența altor factori care diminuează sau amplifică recolta în anii respectivi.

Din datele prezentate rezultă că prognoza stării de vegetație și îndeosebi a recoltei se bazează pe analiza multilaterală a influenței pe care condițiile meteorologice o exercită asupra organismului vegetal. Nu poate să existe nici o formulă „magică" care să poată exprima conexiunea fenomenelor menționate. Raporturile care se stabilesc pe cale statistică direct între producție și condițiile meteorologice exprimă în mod cu totul schematic legătura între fenomene, rezultatele obținute avînd un caracter orientativ și limitat în spațiu. Cu toate acestea prin simplitatea lor, aceste sisteme de interpretare sînt necesare și posibile de folosit în practică, cu condiția completării rezultatelor prin analize retroactive a potențialului biologic a plantelor pentru fiecare fază.

U l a n o v a (1969) prezintă o serie de criterii de întocmire a prognozelor recoltelor de grîu de toamnă, luînd în calcul rezervele de umiditate din sol și densitatea tulpinilor la desprimăvărare.

Autorul consideră că pentru zonele de stepă ale U.R.S.S. rezervele de apă din sol la desprimăvărare prezintă factorul esențial pentru aprecierea recoltelor avînd o mare inerție pentru perioadele următoare.

Pe baza datelor plurianuale U l a n o v a a găsit corelații evidente între producția de grîu (y), rezervele de umiditate în stratul de 1 m (x) și nu-

mărul de tulpini pe m². Ecuațiile de regresie au fost calculate pentru diferite densități.

— În cazul cînd numărul de tulpini pe m² este mai mare de 1000, ecuația pentru calcularea recoltei arată astfel:

$$y = 0{,}24\ x - 10\,.\,2;\ r = 0{,}86.$$

— În cazul numărului de tulpini de la 400 la 1 000 pe 1 m² în primăvară ecuația pentru prognoza recoltelor este $y = 0{,}2\ x - 11\,.\,1;\ r = 0{,}89$.

Ecuațiile sînt valabile în limitele de umiditate de 100 la 200 mm pe adîncimi de 0—100 cm.

Porumbul

Analiza condițiilor agrometeorologice pentru prevederea fazelor fenologice și a recoltei la porumb se prezintă pe următoarele perioade:

— semănat-răsărire (S-R);
— răsărire-înflorire (R-I);
— înflorire-maturitate deplină (I-M).

— *Semănat-răsărire.* Experiențele efectuate (culegere de lucrări ale I.M.— 1963, 1965, 1966, 1967) au arătat că ritmul de răsărire la porumb se află în strînsă corelație cu factorul temperatură în condițiile în care umiditatea accesibilă a solului în stratul arabil este mai mare de 10 mm.

În figura 103 se prezintă corelația dintre temperatura medie a întregii perioade (semănat-răsărire) și ritmul zilnic de răsărire a plantelor $\left(\frac{i}{n}\right)$; n — reprezentînd numărul de zile de la semănat la răsărit sub forma ecuației de regresie, corelația respectivă se prezintă astfel:

$$y = 0{,}008\ x - 0{,}044 \text{ (coeficientul de corelație } r = 0{,}97\%).$$

Pe baza corelațiilor menționate se poate aprecia de exemplu că nu trebuie început semănatul, cînd condițiile termice asigură un ritm zilnic de răsă-

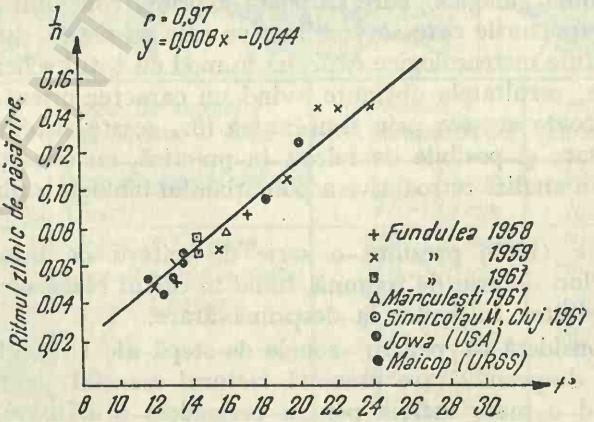


Fig. 103 — Corelația dintre temperatură și ritmul zilnic de răsărire (în condițiile umidității accesibile în orizontul de 0—20 cm. ⩾ 10 mm)

rire mai mic de 0,04, deoarece în acest caz durata întregii perioade ar fi mai mare de 25 zile și s-ar crea condiții pentru deprecierea semințelor.

Rezultă că alegerea momentului optim de însămînțare trebuie făcută în așa fel încît ritmul de răsărire în valoare medie să fie cel puțin 0,05, adică răsărirea să se realizeze în mai puțin de 20 zile. Un astfel de ritm corespunde temperaturii medii pe întreg intervalul de 13°C.

Este evident că la data însămînțării, temperatura poate fi mai mică chiar decît 10°C în cazul cînd restul intervalului se ating valori suficient de mari pentru obținerea mediei corespunzătoare.

Perioada de la răsărire la înflorire și fecundare. Ritmul de înfrunzire — durata intervalului dintre apariția succesivă a două frunze, ritmul de creștere în greutate a masei vegetative ca și data calendaristică a apariției paniculului reprezintă elementele esențiale de prognozare pentru acest interval.

Numărul total de frunze reprezintă un indice specific diferitelor soiuri și hibrizi, depinzînd în primul rînd de particularitățile ereditare ale acestora și într-o anumită măsură de condițiile de mediu din etapa a II-a de morfogeneză (cap. V) — o etapă premergătoare perioadei de creștere a tulpinii. După ce tulpina începe să crească însă, numărul de frunze care se va forma la o plantă apare deja determinat, oricare ar fi evoluția ulterioară a condițiilor externe (exceptînd cazuri, în care plantele pier înainte de încheierea ciclului vegetativ datorită calamităților).

Însă înălțimea tulpinii, greutatea plantei, dimensiunea frunzelor și ritmul de apariție al acestora depind în mare măsură de condițiile externe în general și factorii meteorologici în special. Pe acest fapt se bazează relațiile care se stabilesc între fenomenele respective și criteriile de prognozare.

Astfel, în condițiile în care umiditatea solului se păstrează în limitele necesare pentru dezvoltarea normală a plantelor (între 30 și 90% din capacitatea de cîmp) ritmul de apariție a frunzelor se află într-o dependență riguroasă de intensitate a factorului termic.

Ca și pentru celelalte perioade dintre diferite fenofaze, intervalului dintre apariția succesivă a două frunze îi este caracteristică o anumită sumă de temperaturi efective ($\geqslant 10°C$) a cărei valoare matematică se prezintă ca un indice termic destul de constant. Pentru soiurile și hibrizii de porumb din țara noastră suma temperaturilor respective este de $32,5° \pm 2°C$.

Ritmul de apariție a frunzelor ca și a desfășurării fazelor fenologice este deci un fenomen stadial, influențat îndeosebi de factorul termic (fig. 104). Așa se explică de ce la o anumită dată calendaristică pînă la apariția paniculului, toate soiurile semănate în aceleași condiții și epocă, au practic același număr de frunze, indiferent de precocitatea lor.

În final (pînă la înflorire) hibrizii tardivi vor avea un număr mai mare de frunze decît cei timpurii, avînd datorită acestui fapt și perioada mai lungă dintre răsărire și înflorire (ritmul formării fiind același).

Relațiile dintre temperatură și ritmul de formare a frunzelor sînt oglindite și redate în ecuația de regresie:

$$y = 0,03\,x - 0,28;$$

$$r = 0,76 \pm 0,033.$$

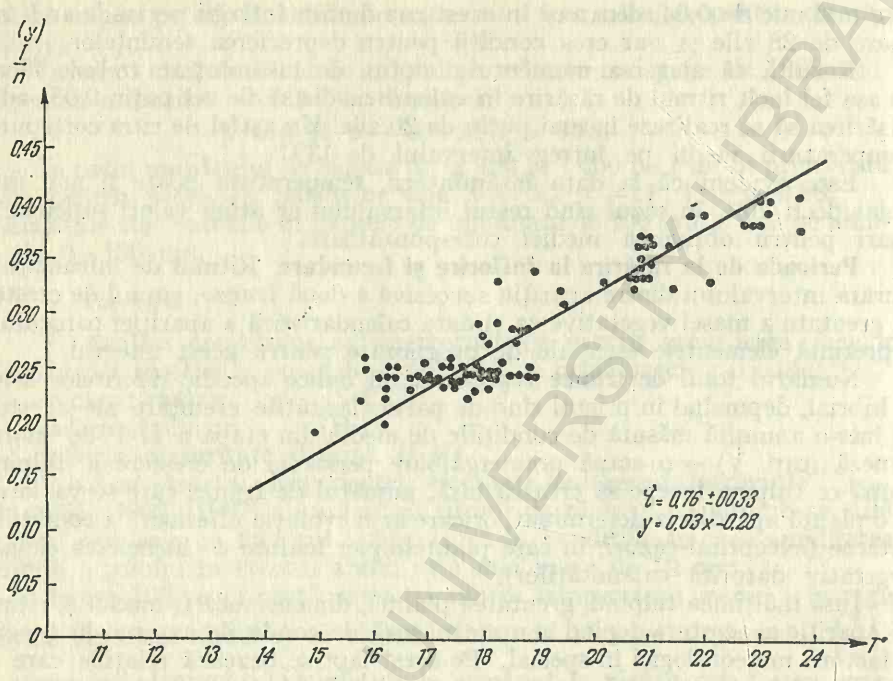


Fig. 104 — Corelația dintre temperatură (x) și ritmul zilnic de formare a frunzelor (y): în condițiile în care umiditatea accesibilă a solului este $\geqslant$ 30 mm în orizontul de sol 0—50 cm

Pe baza acestor indici în orice moment al intervalului de la răsărire la apariția paniculului se poate determina ritmul zilnic de formare a frunzelor $\left(\frac{1}{n}\right)$, analizînd regimul termic specific diferitelor zone. Aceasta este deci un criteriu obiectiv de apreciere a factorului termic pentru porumb. Astfel, încă din primele faze de vegetație se poate prognoza numărul de frunze ce se formează (gradul de înfrunzire) într-o perioadă de timp dat. Pentru întreaga perioadă de la semănat la apariția paniculului indicii termici au valori diferite, în funcție de precocitatea hibrizilor:

— 680° — 650°C — pentru hibrizii tardivi;
— 630° — 600°C — pentru hibrizii semitardivi;
— 570° — 500°C — pentru hibrizii semiprecoci;
— 500° — 460°C — pentru hibrizii precoci.

Prognoza fazei de apariție a paniculului se face fie pe baza sumelor de temperaturi, corespunzătoare perioadei semănat — apariția paniculului, fie folosind indicele termic de înfrunzire (32,5°C). Al doilea sistem se folosește

îndeosebi, cînd momentul de prognozare este ales în cursul perioadei de înfrunzire (Ex. frunza a 3-a). În acest scop se folosește următoarea formulă: $n = \frac{32(N-3)}{(t^\circ - 10)}$, unde n = durata în zile a perioadei de înfrunzire (de la frunza a 3-a pînă la apariția paniculului); $n-3$ = numărul frunzelor specific hibridului (soiului) respectiv, minus numărul frunzelor formate în momentul întocmirii prognozei; 32 = indicele termic (Σ t efective $> 10°C$); t° — temperatura medie a perioadei de la formarea frunzei a 3-a pînă la apariția paniculului (din valori plurianuale cu corecțiile rezultate din prognoza sinoptică).

Pentru evaluare și prognoză a condițiilor agrometeorologice în raport cu procesul de creștere al plantelor, interpretările de sinteză stabilesc calitatea generală a factorilor atmosferici, gradul lor de „favorabilitate" după efectele determinate. În acest scop se desprind diferite laturi ale procesului de creștere care să indice evoluția în greutate a întregii mase vegetative a plantelor. Se aleg acele modificări externe ale plantei care sînt concludente și ușor de urmărit. De exemplu:

— înălțimea;
— înălțimea și diametrul împreună;
— numărul de frunze;
— suprafața foliară.

Deoarece există anumite corelații între elementele menționate și creșterea reală în greutate a masei verzi, în studiile curente (culegere de lucrări de I.M. pe 1966) se analizează variația uneia sau alteia din elementele amintite și se determină prin calcul greutatea plantei. S-au stabilit corelații între elemente biometrice menționate și greutatea plantelor. Pe baza acestora s-a obținut următoarea formulă de calcul indirect al greutății plantelor:

$$\left(P = \frac{HS}{3} \pm K + kp\right),$$

unde:

P = greutatea plantei;
H = înălțimea;
S = suprafața secțiunii;
K, kp = coeficienții de corecție.

Diferențele de valori față de cîntăririle directe nu depășesc în medie $\pm$ 6%, fapt care permite folosirea acestui sistem de evaluare a condițiilor agrometeorologice pentru scopuri de producție.

Rezultatele obținute pe această cale permit analiza dinamicii masei vegetative a lanurilor într-un mod foarte operativ (prin calcul), ușurîndu-se astfel posibilitatea aprecierii condițiilor de vegetație. Curbele ce exprimă evoluția optimă, pot indica momentele critice din ciclul de vegetație în cazul înrăutățirii condițiilor externe. În aceste cazuri, curbele respective arată abateri față de cele optime.

Figura 105 prezintă evoluția reală a greutății plantelor și aceea obținută prin calcul. Se observă diferențe practic neglijabile între curbele rezultate

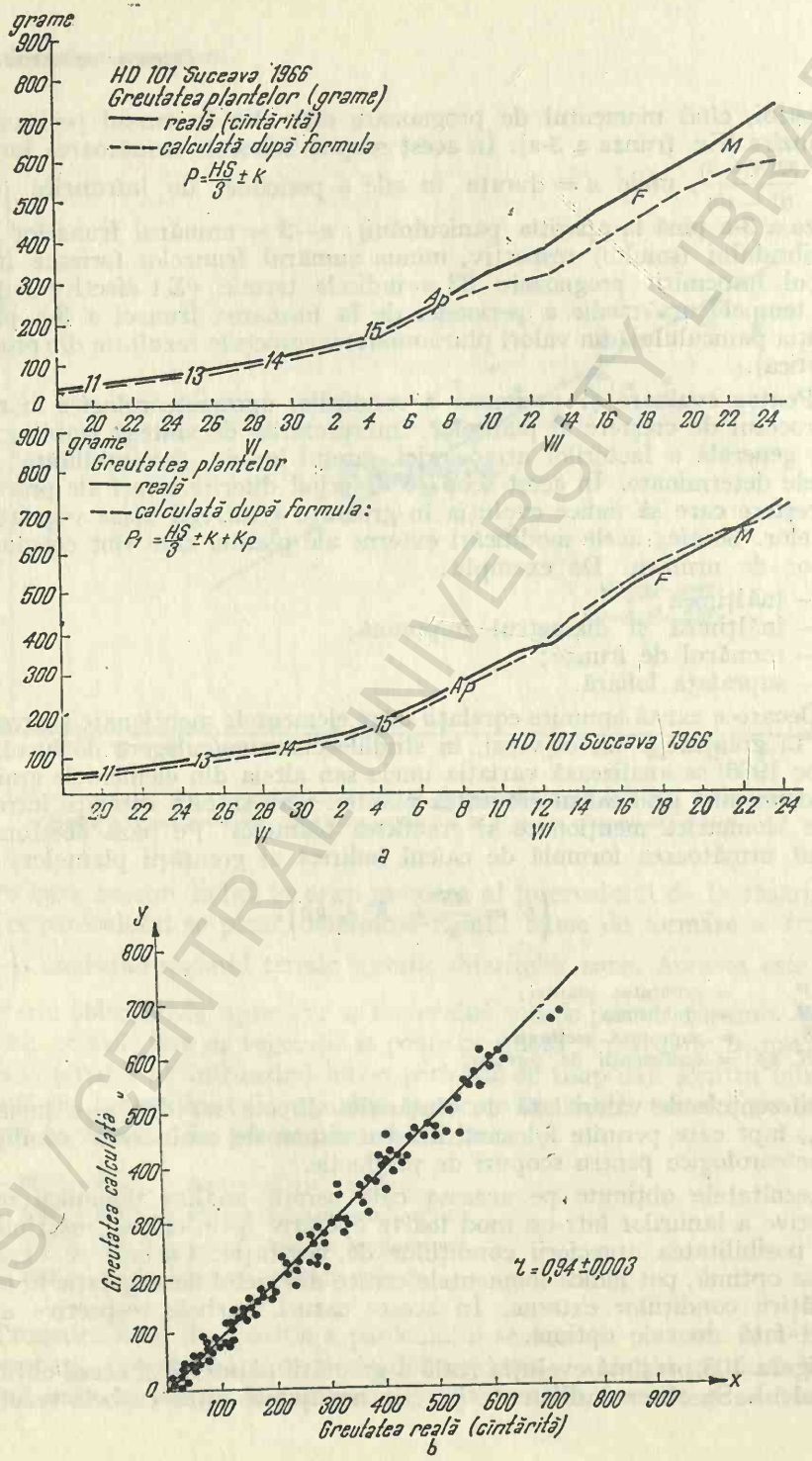


Fig. 105 — Corelația dintre greutatea masei verzi cîntărită (*b*) și calculată (*a*)

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

din cele două metode. Coeficientul de corelație dintre valorile reale și calculate $r = 0{,}84 \pm 0{,}003$.

Pentru aprecieri orientative asupra gradului de favorabilitate al condițiilor externe (exprimate în %) poate fi folosită și metoda Cirkov, (1961—65), în care ritmul de creștere al masei vegetative în perioada formării frunzelor este de asemenea apreciat ca un indice de bază (fig. 106).

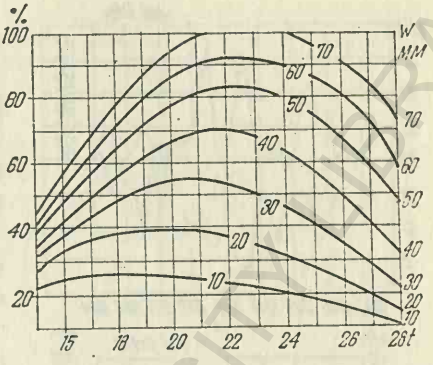


Fig. 106 — Evaluarea în % față de optim a intensității acumulării masei vegetative la porumb în funcție de temperatura medie decadică a aerului și umiditatea solului (în orizontul 0—50 cm pentru zona cernoziomurilor)

Efectul fotosintezei este reprezentat sub forma acumulării masei vegetative pe o unitate de suprafață foliară. La latitudinile noastre geografice în zona solurilor cernoziomice, frunzele de porumb asimilează cel mai intens, cînd temperatura medie decadică a aerului este de 20°—24°C și umiditatea accesibilă pe adîncimea de 0—50 cm oscilează între 60—70 mm. În asemenea condiții la 1 dm² de frunză se acumulează în medie 10—12 g masă vegetativă pe decadă. Intensitatea acumulării masei vegetative, în diferite condiții agrometeorologice, se poate exprima în unități relative — în % față de condiții optime. În valori relative, raporturile indicilor cantitativi ai acumulării masei vegetative, exprimate în note și % (după Cirkov) sînt următoarele:

Note	5	4	3	2	1
Procente	100—85	84—60	59—40	39—17	17

Pentru întocmirea prognozelor referitoare la formarea masei vegetative se folosesc de asemenea datele climatice plurianuale pentru temperatura aerului și cantități de precipitații necesare evaluării umidității din sol, aplicînd corecțiile în funcție de prognozele sinoptice.

*

Pentru a mări obiectivitatea concluziilor referitoare la perspectiva recoltelor, la definitivarea rezultatelor se analizează simultan variațiile recoltelor și oscilațiile elementelor meteorologice cu influență predominantă.

La culturile de grîu, porumb și floarea-soarelui s-au găsit relații semnificative între sumele temperaturilor zilnice mai mari de 32°C * și recolte.

---

* Se însumează diferențele dintre temperatura maximă zilnică și limita de 32°C în perioadele cînd temperatura depășește această valoare. Exp. : pentru zilele cînd temperatura de 36°, 33° 32°, 30°, 34°C, se cumulează 4 + 1 + 0 + 0 + 2 + ...

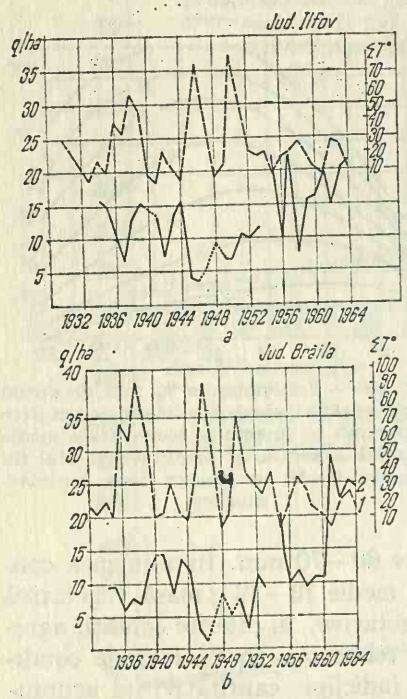


Fig. 107 — Corelația dintre suma temperaturilor > 32°C (*1*) și recolte de porumb (*2*)

Perioadele în care temperatura maximă zilnică depășește 32°C sînt însoțite de deficite accentuate de umiditate în aer (sub 30% în orele de amiază). La cultura grîului însumarea se face pentru intervalul mai—iunie, iar pentru porumb pentru mai—august.

Din figura 107 în care se prezintă variațiile plurianuale ale sumei de t°C mai mare 32°C paralel cu evoluția recoltelor se desprind cu ușurință relații de simetrie între valorile respective. Producțiile se calculează în valori medii anuale pentru diferite unități naturale (sau pe județe), în cuprinsul cărora condițiile naturale sînt cît mai omogene.

Perioada analizată trebuie să aibă minimum 10 ani. Pentru prognoză, ultimul an introdus în calcul este însăși anul pentru care se face prevederea recoltei. Pentru anul respectiv se fixează pe grafic numai punctul care reprezintă valoarea sumei de temperatură mai mare de 32°C. Din compararea acesteia cu valorile anilor precedenți (atît ale recoltelor cît și a sumelor de temperatură) desprindem perspectiva recoltei pentru anul cercetat. Graficul arată tendința de creștere sau scădere a recoltei față de anul precedent și aproximativ ordinea de mărime a diferenței.

Relații analoage s-au obținut și la cultura de floarea-soarelui între indicii care exprimă precipitații însumate pe perioada septembrie—aprilie și recolte (fig. 108). Din confruntarea rezultatelor obținute prin diferite metode pentru una și aceeași zonă agricolă se desprind în final concluziile asupra perspectivelor de recoltă pentru anul respectiv.

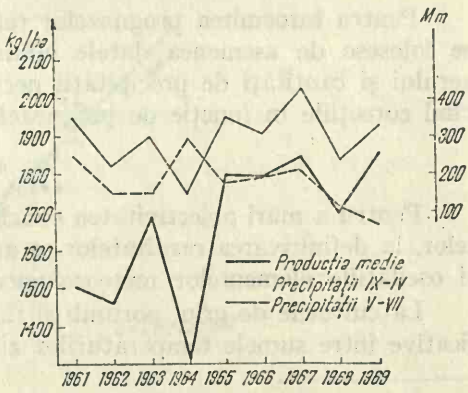


Fig. 108 — Corelația dintre producția de floarea-soarelui și precipitații (Bărăgan) între anii 1961—1969

Capitolul

X

Zoometeorologie

Generalități

Studiile referitoare la raporturile dintre organismele animale și condițiile atmosferice (meteorologice) s-au dezvoltat în primele etape, în cadrul disciplinelor de fiziologie animală, zootehnie, medicină veterinară, ecologie animală etc. În toate aceste discipline a predominat analiza reacțiilor fiziologice ale animalelor față de condițiile amintite, cercetările referitoare la condițiile microclimatice ca factor de producție în zootehnie, fiind foarte restrînse.

În ultimii ani însă, s-a trecut la o cercetare sistematică a raporturilor dintre animale și climă atît în spații închise (biotroane) cît și în aer liber, fapt care a făcut posibilă desprinderea unei noi discipline: *zoometeorologia*.

Zoometeorologia este o știință de contact, care s-a născut și se dezvoltă în zona de interferență dintre științele biologice, care studiază comportarea organismelor animale în diferite condiții atmosferice pe de o parte, și științele meteorologice care cercetează mediul fizic ca atare (microclima interioarelor, și a spațiilor închise).

Pe plan teoretic, această disciplină urmărește desprinderea legilor generale și particulare care dirijează fenomenele amintite; obiectivul practic constă în elaborarea metodelor de ameliorare a condițiilor microclimatice, care determină producția zootehnică, în scopul creșterii permanente a randamentului în acest sector.

În zootehnia modernă, paralel cu industrializarea producției, se trece treptat și la creșterea animalelor în spații închise, mărindu-se astfel eficiența furajelor folosite, gradul de automatizare a procesului de producție în ansamblu și posibilitățile de reglare a microclimatului interior în limite precise prin: ventilație, sisteme de încălzire termoreglabile, pulverizatoare de apă etc.

BCU Cluj / UNIVERSITY LIBRARY

Ridicîndu-se astfel gradul de confort al animalelor, se obține o creștere a producției la același nivel de furajare.

În capitolul de față, se urmărește o sistematizare a cunoștințelor existente în domeniul zoometeorologiei.

Se analizează pe scurt influența condițiilor meteorologice asupra: proceselor fiziologice și a productivității la animale; microclimatul și productivitatea șeptelului în clima caldă și rece; influența condițiilor meteorologice asupra funcțiilor de reproducere; microclima cotețelor și grajdurilor precum și factorii care reduc efectele nefavorabile ale microclimatelor în producția zootehnică.

Problemelor referitoare la schimburile de căldură dintre organisme și mediul exterior, care au o importanță primordială în studiile de zoometeorologie, li se va acorda o importanță deosebită.

Noțiunii de animal i se dă în acest capitol un sens larg, înțelegînd prin aceasta: vitele, păsările domestice, dăunătorii și vietățile înrudite (animalele sălbatice). Pentru a generaliza unele legi de bază, se vor face periodic referiri și la organismul uman.

Diferențierile dintre animale și plante în raporturile lor față de mediu

Cu toate că producția animalieră se deosebește fundamental de cea vegetală, ea depinde în mare măsură de factorii externi în general și de condițiile meteorologice (microclimatice) în special.

Cantitatea și calitatea resurselor furajere; tipul și intensitatea bolilor parazitare, ca și funcțiile fiziologice ale animalelor însești sînt puternic influențate de factorii meteorologici (H o f f s i n g e r — 1965).

Funcțiile fiziologice ale animalelor sînt mult mai complicate decît la plante. Majoritatea lor, cu excepția animalelor poikiloterme, sînt capabile să-și regleze temperatura corpului. Pe de altă parte la animale în afara regimului fenologic și al capacității de producție se distinge funcțiile complexe ale sistemului nervos, endocrin etc.

Animalele domestice și sălbatice, aflîndu-se sub acțiunea condițiilor meteorologice specifice zonei pedoclimatice respective, în procesul dezvoltării lor de-a lungul anilor și generațiilor, au căpătat caractere proprii fiecărei specii în parte (și rase la cele domestice) pe care le transmit ereditar asigurîndu-și existența în aceste zone (R u d n e v — 1964).

Cerințele animalelor față de condițiile meteorologice se schimbă în funcție de specia, rasa, vîrsta, starea sănătății și de anotimp.

Condițiile de temperatură influențează formarea pielii, blănii, stratului subcutan de grăsime etc. Așa de exemplu la temperaturi joase, animalelor le crește un puf moale (vulpi, reni); dimpotrivă la temperaturi ridicate în locul pufului moale crește un păr aspru-grosier, scurt (ex. la cămile).

Excesul de umiditate de asemenea are influență negativă asupra animalelor. Umiditatea ridicată a aerului și ploile frecvente pot fi cauza unor stări

febrile a animalelor și înrăutățirii calității lînii (la oi), furajele cu conținut ridicat în apă determină îmbolnăviri ale tubului digestiv etc.

Aerul, cu un deficit de saturație pronunțat, în condițiile unui sol uscat (seceta atmosferică și pedologică) determină o prăfuire puternică a atmosferei și poate provoca boli ale aparatului respirator.

Vînturile puternice, mai ales la temperaturi joase, determină pierderea căldurii corpului, și în cele din urmă duc la răceală și stări febrile. De asemenea sînt defavorabile vînturile fierbinți care determină furtuni de praf, ca și excesul sau lipsa de lumină.

În condiții naturale de cîmp, precipitațiile reprezintă un element care trebuie avut în vedere. Rhoad (1941, citat de Yen You Wang) subliniază că rasele de oi din Anglia prosperă în climatul umed și rece. Astfel, cea mai mare densitate a oilor se află în zonele în care plouă 500—1000 mm anual.

Dimpotrivă în Africa de sud s-a găsit că cea mai bună zonă pentru creșterea oilor de lînă, există în regiunea unde cad ploi sub 500 mm, în timp ce rasele destinate pentru miei, carne (Merinos) prosperă numai în arealele cu ploi de peste 750 mm.

Umiditatea solului este de asemenea un factor hidrologic important. Supraviețuirea ouălor multor viermi parazitari (Luker — 1941, citat de Yen You Wang) depinde de un număr mare de factori, dintre care umiditatea solului apare ca cel mai important. Se știe de fapt că o serie de viermi parazitari pentru a-și desăvîrși ciclul de dezvoltare pe pășune, necesită o umiditate ridicată și că în cazul unei uscăciuni a solului, numărul acestor viermi scade puternic.

Domenii de cercetare în zoometeorologie

În general temperatura corpului, ritmul respirației, eficiența reproducerii, compoziția sîngelui și activitatea funcțiilor endocrine ca și celelalte reacții fiziologice ale animalelor domestice la condițiile meteorologice, sînt aspectele cele mai importante de studiat.

Alte cercetări se referă la adaptabilitatea diferitelor specii de animale la condițiile climatului exterior și ameliorarea condițiilor termice nefavorabile prin mijloace ca: adăpostirea, stropirea și ventilația aerului.

La bovine, studiile au fost îndreptate în primul rînd asupra toleranțelor relative ale indivizilor sau grupelor de indivizi la condițiile climatice nefavorabile, a distribuției și adaptabilității acestora în cadrul raselor și grupelor existente.

Deoarece bovinele sînt tolerante față de frig, dar reacționează la temperaturi mai mari sau egale cu 27°C, atenția a fost îndreptată asupra limitelor termice superioare. Diferențierea după varietăți este importantă.

Pentru porci, cărora le lipsesc glandele sudoripare, studiile asupra efectelor temperaturii, umidității și radiației solare asupra proceselor fiziologice au fost îndreptate spre ameliorarea limitelor extreme ale factorilor amintiți,

printr-o adaptare adecvată (mocirle, umbrare etc.). Bolile și paraziții porcilor, care sînt influențate de factorii meteorologici, au fost mai mult studiate decît bolile și paraziții altor animale.

La oi și capre, activitatea reproductivă și fertilitatea, au fost factorii cei mai studiați în legătură cu mediul fiziologic, (în special temperatura). Producția de lînă și calitatea lînii sînt alte aspecte de cercetat în acest sens. Alte studii tratează despre reacțiile diferite ale oilor tunse și netunse față de elementele mediului.

La păsările de curte, studiile se referă îndeosebi asupra efectului temperaturii, calității luminii, lungimea zilei, umiditatea radiației termice, asupra proceselor de creștere și a productivității lor.

Fiziologia păsărilor de curte cuprinde: metabolismul, fertilitatea și eclozinea, producția de ouă, creșterea puilor mici, consumul de alimente, creșterea fulgilor, năpîrlirea, respirația, înmulțirea raselor, boli și paraziți, mortalitatea.

În grupa păsărilor domestice sînt incluse: găinile, curcile, rațele, gîștele, porumbeii, bibilicile etc. Dintre ele însă, puii acestora, și mai cu seamă cei de găină au importanță deosebită.

Cercetări multiple au fost dedicate stabilirii limitelor optime ale condițiilor de productivitate a păsărilor de curte. Au fost făcute încercări de a se adapta păsările de curte indigene și importante, mai ales puii, la condițiile care predomină în fiecare zonă naturală, făcînd amenajări corespunzătoare în sistemul de adăpostire (Hutchinson — 1954, Ota și Nally 1965).

Cercetările referitoare la influența factorului termic asupra funcțiilor fiziologice ale animalelor au luat o amploare deosebită în ultimii ani. S-a stabilit astfel că temperatura uniformă a animalelor cu sînge cald — homeoterme — este menținută printr-o continuă reglare a cîștigurilor și pierderilor de energie (Noffsinger — 1965).

În afară de căldura pe care animalele o iau din sursele de radiații exterioare, prin convecție, conductibilitate etc. organismul cîștigă căldură și în urma digerării alimentelor. Căldura cîștigată din substratul de hrană este consumată de digestie, contracțiile musculare, de fenomene de creștere, producția de lapte și ouă, ca și de menținerea sau refacerea țesuturilor.

Este foarte cunoscut că atît producția de lapte cît și procentul de grăsime scade vara tîrziu. Una din cauze este și scăderea cantității, dar mai ales a calității furajelor (ierburi, pășuni); o altă cauză o constituie temperaturile prea ridicate din această perioadă.

Dintre animalele de fermă, porcii sînt cei mai sensibili la schimbările de temperatură. Ei sînt în mod special sensibili la temperaturi ridicate. Un porc cîntărind peste 60 kg prezintă semne de moleșeală, poate să se îmbolnăvească și chiar să moară, dacă este forțat să ducă o viață activă la peste 31°C.

Cea mai eficientă creștere a purceilor are loc la temperaturi de 19°—21°C. S-a semnalat de asemenea o creștere sensibilă a apetitului, a consumului de alimente și o creștere corespunzătoare în greutate la temperaturi inferioare celor de 19°—21°C, față de cele superioare limitelor amintite.

La păsări, numărul de ouă și dimensiunea lor variază de la un sezon la altul. Cercetările asupra păsărilor efectuate în California au arătat că la

temperaturi de 37°C consumul de hrană a fost cu 41% mai mic decît acela de la 20°C; la 36°C păsările nu mai ouă, iar din cauza lipsei de poftă de mîncare pierd din greutatea corpului.

Animalele de fermă sînt homeoterme — își menținu temperatura constantă indiferent de schimbările temperaturii mediului înconjurător. Totuși menținerea acestor temperaturi constante, în cadrul unei mari variații termice a mediului înconjurător, se face cu mari eforturi din partea organismului care este supus la încordări puternice.

Așa cum se observă din datele de mai jos, temperatura corpului diferă destul de mult de la un animal la altul. Astfel, la oi temperatura variază între 30°—40°C, la porci între 37,8°—39,4°C, la bovine între 37,8°—39,5°C, la găini între 38,3°—44,7°C etc.

Conductibilitatea, convectivitatea, evaporabilitatea și procesele radiative, participă activ la aceste schimburi de căldură dintre organism și mediu. Exceptînd condițiile cu totul deosebite, temperatura corpului animalelor este totdeauna mai mare decît temperatura mediului înconjurător și rămîne relativ constantă.

Stabilitatea temperaturii corpului este realizată prin menținerea unui echilibru între căldura pierdută către mediu și cîștigată de la mediu.

Gradul de confort al mediului pentru diferite animale poate fi apreciat după reacția organismului față de condițiile respective. Reacțiile foarte puternice indică un nivel de confort foarte scăzut și invers.

Influența condițiilor meteorologice asupra proceselor fiziologice și productivității la animale

Se știe că animalele cu sînge cald (homeoterme) păstrează constantă temperatura corpului pînă la moarte; slabe variații apar în timpul zilei în funcție de evoluția temperaturii aerului și în caz de boală. La unele animale homeoterme (pisica, iepurele de casă, păsări și chiar porcii), mecanismul termoregulator nu funcționează perfect încă de la naștere. Animalele tinere sînt întrucîtva cu sînge rece la naștere (poikiloterme) și continuă să se mențină așa cîteva zile (R o g e r — 1938, citat de Y e n Y o u W a n g). Pentru majoritatea animalelor homeoterme, însă, o temperatură corporală constantă reprezintă un echilibru între căldura cîștigată și pierdură, asigurîndu-se astfel bilanțul termic. În general, se poate spune că procesele care duc la pierderea căldurii sînt procesele fizice. Procesul chimic, care determină producerea de căldură, este îndeosebi cel de oxidare cunoscut ca proces metabolic. Căldura metabolică este produsă mai intens la animalele tinere decît la cele bătrîne, la cele mai mici decît la cele mai mari și la femele față de masculi.

Pentru animalele poikiloterme, modificarea temperaturii corpului depinde de mediu, de căldura metabolică și de mobilitatea animalului. Animalele poikiloterme au posibilități restrînse în controlarea temperaturii corpului care tinde să se apropie de temperatura mediului.

Pe baza măsurătorilor termoelectrice la albine, s-au semnalat variații de temperatură corporală între 14°—20°C.

La reptile, de asemenea, temperatura corpului variază foarte mult în funcție de temperatura mediului înconjurător.

Diferitele specii de animale reacționează diferit față de același tip de mediu. Căldura și radiația sînt cei doi factori primari, în studiul reacției animalului, în timp ce alți factori ca ploaia, umiditatea relativă și vîntul sînt secundari.

Mijloacele moderne tehnice oferă posibilitatea realizării unor microclimate, care se apropie de condițiile optime de lumină și temperatură pentru producția maximă, reproducerea eficientă și prosperitatea animalului.

Schimbul de căldură între organism și mediul extern

Conform legii termodinamicii, orice corp din natură (viu sau neînsuflețit) tinde să egaleze temperatura sa cu cea a mediului exterior. În cazul corpurilor neînsuflețite, egalarea se face repede (exceptînd cazurile în care au loc combustii interne-motoare). În cazul corpurilor vii, această tendință nu se realizează în mod normal, deoarece pierderile sînt înlocuite permanent cu noi surse de căldură rezultate din arderile interne (B î k o v — 1957).

Desfășurarea proceselor vitale în organism este însoțită de o continuă producere de căldură. Căldura formată se elimină și ea continuu în mediul care înconjoară organismul. Această pierdere de căldură se face după legi pur fizice și anume: prin încălzirea aerului care înconjoară organismul (eliminarea căldurii prin conductibilitate) prin iradierea căldurii suprafeței corporale încălzite (eliminarea căldurii prin radiație) și prin cheltuiala de căldură pentru evaporarea apei de pe suprafața pielii și a căilor respiratoare. În acest din urmă caz se degajează din organism o cantitate de căldură, care constituie așa-numita căldură latentă de evaporare (580 calorii la 1 g apă care se evaporă de pe suprafața pielii la o temperatură de 34°C). În afară de aceasta, o anumită cantitate de căldură este cheltuită de organism, pentru încălzirea alimentelor, a apei consumate și a aerului în procesul de respirație.

Existența organismului cu o temperatură corporală constantă este posibilă numai în cazul în care întreaga căldură produsă într-un anumit interval de timp, se va elimina aproximativ în același interval de timp în mediul înconjurător prin căile descrise mai sus. Dăm mai jos datele ce caracterizează raportul diferitelor căi de pierdere a căldurii la o temperatură a mediului de circa 20°C:

Eliminarea căldurii din organism în %

— conductibilitatea (convecția)	31,0
— radiația	43,74
— evaporare	21,71
— încălzirea alimentelor	1,55
— încălzirea aerului în plămîni	1,3
— pierderea căldurii prin urină și materii fecale	0,7

Dacă termogeneza organismului este egală cu eliminarea de căldură, atunci temperatura corporală rămîne la un nivel constant. Modificarea raportului între cantitatea de căldură cîștigată și cea pierdută într-un anumit interval de timp duce la variații ale temperaturii corporale. Dacă pierderea de căldură este mai mică decît termogeneza, temperatura corporală crește, și invers.

Organismul animal în repaus, sau în activitate, cheltuiește energie pentru menținerea temperaturii constante a corpului și a proceselor vitale. Aceasta este energia necesară funcțiunilor fiziologice care asigură menținerea vitalității țesuturilor, tonusul muscular etc.

Căldura astfel produsă poate fi măsurată prin calorimetru, sau prin proporția de oxigen consumat.

Pe această cale s-a dovedit că o vacă de lapte în repaus produce în medie 400 kilocal/h și aproape dublu în perioada de lactație. Chiar transformarea alimentelor în organism dă naștere la căldură. La animalele domestice de exp. 4,4°C peste normal reprezintă adeseori limita fatală.

Următoarea ecuație simplă (după B u r t o n — 1955) exprimă bugetul energetic, adică balanța dintre energia produsă de animale, și pierderea netă spre mediul înconjurător:

$$Hp - Hs - Hw = Hr + Hc + He$$

în care:

Hp este căldura rezultată din metabolism;
Hs — căldura reținută de organism pentru a determina o creștere sau descreștere a temperaturii corpului (rezultă că însăși evitarea supraîncălzirii corpului se face cu consum de căldură);
Hw — căldura pierdută de către organism pentru ca alimentele și apa să fie încălzite pînă la temperatura corpului (pierderile de căldură pentru excreția care se elimină cu o temperatură egală cu a corpului nu trebuie luată în considerare pentru că determină simultan o pierdere corespunzătoare a greutății corporale);
Hr — pierderea exterioară a căldurii prin radiația corporală;
Hc — pierderea de căldură exterioară prin convecție și conductibilitate;
He — pierderea căldurii prin evaporație, prin transpirație de la suprafața pielii.

Exemplificăm bugetul energetic, prin formula de mai sus, la vacile de lapte din rasa Holstein, în condiții de temperatură de 18°C;

Hp reprezintă 900 cal/h. Neglijînd *Hs* și *Hw*, *Hc* reprezintă 34% și *He* împreună cu *Hr* 66% din căldura degajată în exterior.

Cel mai frecvent, efectul direct și permanent al mediului exterior asupra organismului se realizează prin bilanțul termic menționat și prin lupta organismului de a menține constantă temperatura corpului în ciuda variațiilor mediului exterior. În mod evident, se oglindește influența vremii asupra organismului animal, prin cei trei factori din partea dreaptă a ecuației.

Absorbția și reflecția radiațiilor de către animale depinde de suprafața totală a corpului, de caracteristicile acesteia (culoare, blană), de calitatea radiațiilor etc.

De regulă, producția majorității animalelor descrește frecvent, cînd temperatura exterioară depășește pentru o durată lungă de timp, limitele critice specifice fiecărui animal.

Influența temperaturii asupra proceselor fiziologice

Limitele variațiilor termice suportate de animale sînt relativ restrînse, aceasta mai ales la mamiferele superioare, care prezintă o temperatură corporală constantă. Scăderea temperaturii corporale sub 25°C și creșterea ei la peste 43°C este de regulă mortală. Celulele nervoase sînt deosebit de sensibile la oscilațiile temperaturii.

Temperatura exercită o influență puternică asupra evoluției proceselor vitale ale organismului. Baza fizico-chimică a acestei influențe este modificarea vitezei reacțiilor chimice, conform regulii lui v a n t'H o f f. După această regulă, viteza reacțiilor chimice crește aproximativ de două ori la o creștere a temperaturii cu 10°C (coeficientul termic Q_{10}). Regula lui v a n t'H o f f este absolut justificată numai în cazul reacțiilor chimice monomoleculare care au loc in vitro. Pentru procesele biochimice complexe din celule și țesuturi, acest principiu are doar o importanță foarte relativă, mai ales pentru că la toate procesele biochimice, care se produc în organism, participă fermenți care sînt inactivați cînd temperatura depășește o anumită limită. Dependența vitezei reacțiilor fermentative față de temperatură poate fi exprimată printr-o curbă care crește pînă la un anumit nivel, iar apoi scade.

Sistemul nervos exercită o influență deosebită asupra schimburilor de căldură care au loc în organism. Excluderea sistemului nervos central (distrugerea lui, narcoza) duce la dependența mai accentuată a intensității metabolismului de temperatura mediului extern. El menține intensitatea transformărilor chimice în țesuturi în ciuda modificărilor temperaturii lor proprii (cu toată influența temperaturii asupra vitezei proceselor biochimice elementare). În procesul evoluției, această formă de reglare devine un mecanism important pentru menținerea constantă a temperaturii corporale.

Noțiuni despre termoreglare

Menținerea constantă a temperaturii corporale la animale este condiționată de prezența unui mecanism nervos special, care reglează un număr de funcții fiziologice. Reglarea complexă a proceselor fiziologice, care echilibrează valoarea producerii și pierderii căldurii de către organism, asigurînd menținerea temperaturii corporale constante, a fost numită „termoreglare". Animalele care nu posedă acest mecanism fiziologic se numesc poikiloterme, adică animale cu o temperatură corporală variabilă, iar animalele care posedă facultatea de termoreglare se numesc homeoterme. Aceste denumiri au înlocuit termenele care erau folosite mai înainte de „animale cu sînge rece" și cu „sînge cald".

Animalele poikiloterme care nu posedă proprietatea de termoreglare prezintă uneori o temperatură foarte ridicată (datorită temperaturii ridicate a mediului extern și travaliul muscular). De pildă, șopîrla se încălzește la soare pînă la 40°C, la thon, un pește mediteranian, temperatura corporală atinge 36°C în timpul înotului rapid. Același lucru se observă la insecte în timpul zborului de vară. În afara supraîncălzirii prin travaliu muscular sau la soare, temperatura corporală a organismelor poikiloterme se apropie de temperatura mediului extern, depășind-o numai cu zecimi sau sutimi de grad, în urma degajării căldurii în organism. De aceea, organismele poikiloterme depind în activitatea lor vitală de temperatura mediului extern. La scăderea temperaturii mediului, ele cad într-o imobilitate determinată de scăderea accentuată a metabolismului sub influența temperaturii scăzute a țesuturilor corporale.

O situație total diferită se constată la organismele homeoterme. Intensitatea activității lor vitale nu depinde în mare parte de condițiile termice a mediului extern, căci la ele temperatura internă este constantă. Aceasta rezultă din îmbinarea reciprocă a două procese legate între ele, și anume reglarea termogenezei și termolizei organismului. Ambele procese sînt determinate de activitatea sistemului nervos central care reglează metabolismul, circulația sîngelui, transpirația și activitatea mușchilor scheletali a căror contracție duce la creșterea termogenezei.

Există animale care posedă capacitatea de a trece pentru un timp oarecare din starea de homotermie în cea de poikilotermie și invers. La toate animalele care hibernează sau care dorm în cursul verii se observă o astfel de trecere, pentru care motiv aceste animale au fost denumite heteroterme. Heterotermia este o însușire dobîndită în procesul evoluției, mai tîrziu decît homeotermia. Această însușire are o deosebită importanță pentru adaptarea organismului la condițiile defavorabile (de pildă, în lipsa de apă, hrană). Heterotermia, întocmai ca toate fenomenele de termoreglare, este asigurată de activitatea sistemului nervos central și se însoțește de unele modificări ale sistemului endocrin al organismului.

Animalele cad în stare de hibernare numai după ce în prealabil s-au produs anumite modificări, în compoziția chimică a țesuturilor organismului. Printre acestea se numără, în primul rînd, depunerea unor rezerve de grăsimi. S-a constatat de asemenea importanța deosebită pe care o are cantitatea de acid ascorbic în sînge și țesuturi; dacă cantitatea de acid ascorbic este redusă, animalul (țiștarul) nu intră în hibernare. Modificările temperaturii mediului nu dețin un rol hotărîtor în evoluția hibernării majorității mamiferelor, deși, la unele dintre ele, dacă temperatura mediului este ridicată, hibernarea este puternic întîrziată și poate chiar lipsi. Hibernarea ca și estivația se caracterizează prin reducerea funcțiilor de termoreglare. Totuși, o răcire intensă a unui animal în hibernare duce la imediata lui trezire.

Sub acțiunea unei temperaturi coborîte a mediului, se poate observa la om și animale o ușoară creștere a temperaturii corporale (în limite de 1°C la organismul sănătos). Numai în cazurile de răcire foarte puternică și prelungită, temperatura corporală începe să scadă. Creșterea temperaturii cor-

porale în cazul unei răciri moderate se explică prin faptul că termogeneza depășește pierderea de căldură fizică.

Limitele temperaturii exterioare, în care este posibilă menținerea temperaturii corporale la un nivel constant, sînt absolut diferite pentru om și pentru animale.

Pentru omul din zilele noastre, practic problema se reduce în majoritatea covîrșitoare a cazurilor la mici variații (cîteva grade) ale așa-numitei „clime de sub îmbrăcăminte". Pentru animale, mai ales în regiunile Arcticei, se cunosc cazuri de menținere a temperaturii corporale constante de circa 40°C la o temperatură a mediului de — 60°C. La un animal polar cum este vulpea polară diferența între temperatura mediului extern și a celui intern poate fi de 100°C. În speță, au o deosebită importanță particularitățile învelișurilor animalului (blana și stratul adipos subcutanat), care în lupta împotriva răcirii corpului dețin același rol ca și îmbrăcămintea călduroasă a omului (scăderea termolizei).

Posibilitatea de adaptare a organismului, la temperaturile ridicate ale mediului extern, este mult mai limitată. Pentru majoritatea animalelor (inclusiv cele care locuiesc la tropice), creșterea temperaturii mediului la peste 45—50°C este incompatibilă cu viețuirea timp îndelungat în acel mediu. La om și la unele maimuțe (cu o bună funcție a glandelor sudoripare), temperatura corporală se menține la un nivel constant și la o temperatură foarte ridicată a mediului — pînă la 45°C — în funcție de umiditatea relativă a aerului. Dacă acțiunea este de foarte scurtă durată (timp de cîteva minute), omul poate suporta și temperaturi neobișnuit de ridicate ale mediului; pînă la 100°C și chiar mai mult. În acest caz se observă însă o creștere apreciabilă a temperaturii corporale.

Transpirația

Pentru a putea menține temperatura normală a corpului, la o temperatură ridicată a mediului, se mărește termoliza. Aceasta se realizează prin vasodilatația cutanată, schimbarea poziției corpului animalelor („lungire") și modificarea înclinației părului.

Totuși, toate aceste reacții ale organismului pot accentua pierderea de căldură, în limita unei temperaturi a mediului care este mai coborîtă decît temperatura pielii. Cînd temperatura mediului este mai ridicată decît cea a pielii, termoliza se realizează numai prin evaporare.

Transpirația la om este foarte redusă la o temperatură coborîtă sau moderată a mediului, însă crește accentuat cînd temperatura este ridicată. Trăsătura caracteristică a transpirației este creșterea rapidă a intensității secreției glandelor sudoripare: „eliminarea sudorii". Cercetările directe asupra cantității de secreție sudorală, eliminată pe suprafața tegumentelor, arată că glandele sudoripare reacționează foarte puternic la modificarea termogenezei.

Transpirația se accentuează în efort muscular și la consumul unor lichide fierbinți. În cazul unei activități musculare intense la om, o secreție sudorală

de 5—6 litri pe zi este întîlnită destul de frecvent. În astfel de cazuri, omul transpiră chiar pe ger. Dacă o persoană se găsește timp îndelungat într-un mediu cu o temperatură ridicată și efectuează o muncă fizică, ea poate pierde prin transpirație pînă la 8—10 litri de apă în 24 de ore, în timp ce la animalele de tracțiune de exp. această cantitate se poate ridica la 20—30 litri.

Rolul respirației în termoliză

La unele animale care nu au glande sudoripare (de pidă la cîini) termoliza prin evaporare se face prin modificarea frecvenței și profunzimii respirației, așa-numita polipnee termică. Aceasta constă în accelerarea accentuată a frecvenței respirației (de la 120 la 600 respirații pe minut). Respirația accelerată este însoțită de scăderea profunzimii ei, deschiderea gurii, scoaterea limbii, mărirea secreției de salivă lichidă. Toate acestea duc la evaporarea unor cantități apreciabile de apă la nivelul cavității bucale și al căilor respiratorii superioare și deci la recirea apreciabilă a organismului. Dacă punem cîinelui o botniță și-l ținem chiar un timp scurt sub acțiunea razelor solare, se produce o creștere accentuată a temperaturii corporale, ceea ce poate provoca moartea animalului.

Alături de temperatură, vîntul, precipitațiile, umiditatea atmosferică și lumina exercită o puternică influență asupra funcțiunilor fiziologice și productivității animalelor (L u n g u — 1965; M i l c u și L u n g u — 1964; Ș e r b a n D i a c u — 1964).

Cercetările în acest domeniu sînt mult mai restrînse decît cele referitoare la factorul termic.

Cercetătorii români au studiat influența vîntului și precipitațiilor atmosferice asupra funcțiilor glandelor endocrine la animalele îndeosebi asupra glandelor suprarenale și sexuale (M i l c u, L u n g u — 1964).

Din cercetările respective a rezultat printre altele că intensificarea vîntului determină o creștere netă a hormonilor de tipul 17 ceto-steroizilor (C.S.). Același efect l-au avut și scăderile de temperaturi sub 0°C.

Alți cercetători (Ș e r b a n și D i a c u — 1964) au precizat influența fronturilor reci asupra glandelor endocrine, stabilind variația secreției hormonilor steroizi în cursul schimbărilor de vreme.

Toate studiile întreprinse pînă în prezent în acest sens au arătat că fronturile atmosferice reci determină o intensă activitate endocrină a corticosuprarenalei și a testiculului la animale.

Creșterea activității corticosuprarenalei și testiculare la trecerea fronturilor atmosferice reci poate explica acțiunea sanogenă și energizantă a frigului.

Cercetînd influența oscilațiilor temperaturilor interne asupra colesterolului seric și al iodului hormonal din sînge la berbecii castrați, aflați în condiții de întreținere și alimentare strict constante, autorii au constatat că o

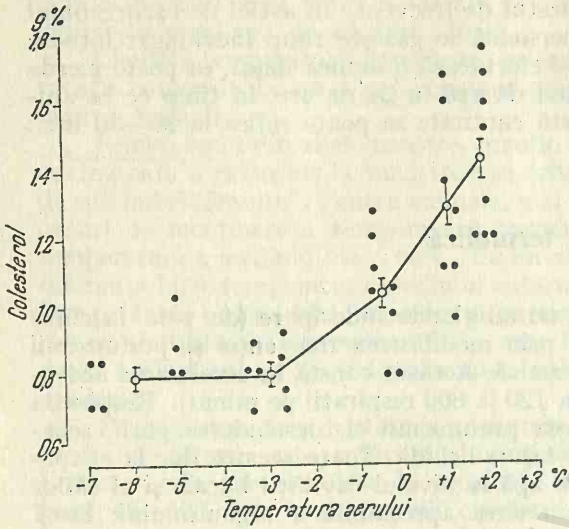


Fig. 109 — Distribuția valorilor colesterolului seric în raport cu temperatura ambiantă (după Lungu și Cocu — 1965)

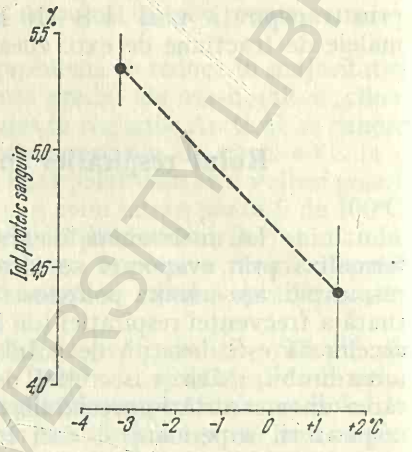


Fig. 110 — Mediile valorilor iodului proteic sanguin la temperaturi sub și peste 0°C (după Lungu și Cocu — 1965)

dată cu creșterea temperaturii se produce o creștere corespunzătoare de colesterol și scăderea sensibilă a iodemiei (fig. 109, 110).

Cercetările asupra luminii au dovedit că acest factor acționează asupra lobului anterior al hypofiziei prin traseul nervos de la ochi.

La mamifere, lumina excesivă acționează indirect printr-o insomnie crescîndă, scăderea activității metabolice și a apetitului.

Ulberg (1967) arată că lumina în doze optime este stimulatoare pentru producția de ouă, la păsările domestice și începutul activității sexuale la multe păsări sălbatice.

Microclimatul și productivitatea animalelor

Generalități

Productivitatea animalelor depinde foarte mult de condițiile microclimatice în general și de temperatură în special.

Menținerea animalelor în condiții microclimatice nefavorabile cere din partea acestora compensări corespunzătoare prin pierderi sau cîștig de temperatură.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

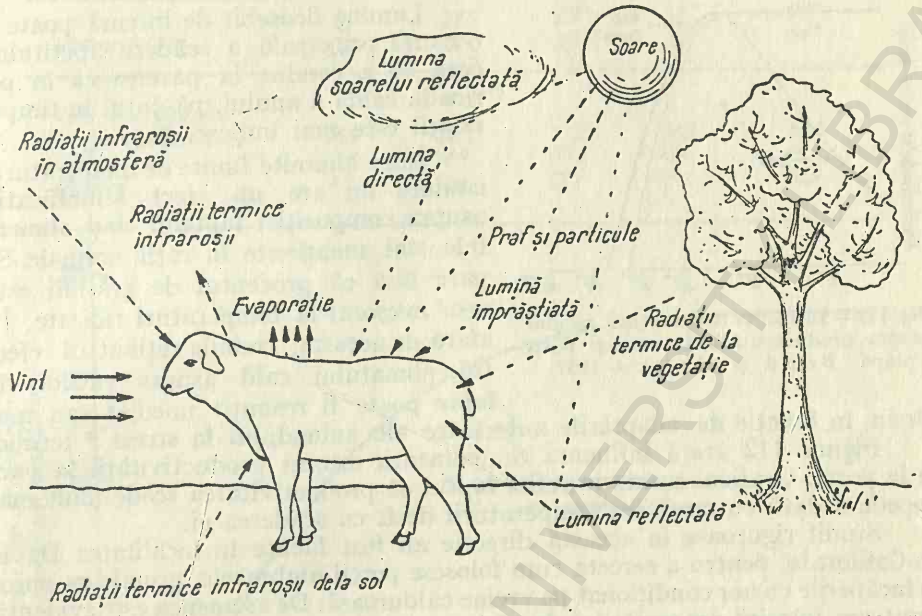


Fig. 111 — Schimbul de energie între organismul animal și mediul înconjurător (după Gates citat de Noffsinger 1965)

O serie de funcții, ale sistemului nervos central care dirijează apetitul reglarea temperaturii corpului, funcțiile de reproducere ca și cele hormonale în ansamblul lor, sînt cele mai afectate de natura condițiilor meteorologice.

S-a observat astfel că radiația puternică, temperaturile relativ joase și presiunea atmosferică scăzută specifică marilor altitudini (regiunile muntoase), ameliorează fecunditatea și mărește longevitatea animalelor.

După definiția lui Geiger (1959) prin microclimatul animalelor domestice se înțeleg condițiile care înconjoară direct organismul animal (fig. 111). Productivitatea animalelor în funcție de microclimat se exprimă prin astfel de indici, ca de exemplu: cîștigarea în greutate, eficiența alimentării-furajării, producției de lapte, ouă sau alți indici asemănători.

Productivitatea animalelor în clima caldă

Conform experiențelor mai multor cercetători (Geiger — 1959, Bond — 1967), în condiții naturale, temperatura corpului raselor europene de lapte crește o dată cu creșterea temperaturii mediului ambiant la peste 20°C. Cînd temperatura mediului exterior este mai mare sau egală cu 27°C se produce o scădere sensibilă a apetitului și reducerea producției la lapte.

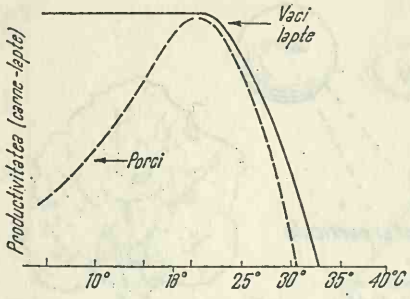


Fig. 112 — Influența temperaturii aerului asupra productivității la vaci și porți (după Bond și Kally — 1957)

Lumina deosebit de intensă poate fi o cauză principală a scăderii apetitului, ceea ce a condus la părerea că în perioada caldă a anului, păscutul în timpul nopții este mai indicat.

Între anumite limite de temperatură, căldura nu are un efect semnificativ asupra compoziției laptelui cînd alimentele sînt menținute în rații normale. Se pare însă că procentul de grăsimi este ușor micșorat la temperaturi ridicate. În afară de aceasta, trebuie reținut că efectul climatului cald asupra vacilor de lapte poate fi resimțit imediat sau mai tîrziu, în funcție de adaptările anterioare ale animalului la stress * termic.

Figura 112 arată influența temperaturii asupra productivității la vaci și la porci. Graficul scoate în relief faptul că productivitatea scade mult mai repede o dată cu creșterea temperaturii decît cu scăderea ei.

Studii riguroase în această direcție au fost făcute în localitatea Davis în California, pentru a cerceta cum folosesc porcii umbrarele, gropile cu noroi și încăperile cu aer condiționat pe vreme călduroasă. De asemenea este evidentă creșterea folosirii amenajărilor de răcire a aerului paralel cu creșterea temperaturii exterioare.

Figura 113 arată că porcii încep să folosească amenajările cu aer condiționat cînd temperatura aerului se apropie de 28°C. Desigur că fiecare din aceste amenajări schimbă microclima fiecărui animal în măsură diferită.

Umbrarul modifică mai mult mediul radiativ decît temperatura aerului și de aceea este preferat în mică măsură.

Încăperea cu aer condiționat ameliorează atît temperatura aerului, mișcările acestora cît și radiațiile propriu-zise, de aceea au fost preferate.

Deși aceste amenajări influențează în mod diferit microclimatul, ele au practic același efect asupra productivității animalelor (în timpul verii la temperaturi medii zilnice mai mari de 24°C și maxime mai mari de 34°C). Porcii crescuți în locuri neamenajate (grup de control) au avut un cîștig în greutate mult mai slab (H e i t m a n — 1959) (fig. 114). Concluzii analoage au rezultat și din experiențele recente făcute în R. S. România.

Efectul produs de ameliorarea temperaturii aerului asupra creșterii în greutate la bovinele pentru carne a fost cercetat în localitatea El Centro în California (1957).

Datele recente din experiențele cu vacile de lapte din Arizona arată că, un sistem de umbrire, însoțit de o instalație de răcire prin evaporarea apei (sistem de ventilare a aerului deasupra unui vas cu apă), coboară temperatura

---

* *Stress* — în limba engleză, cuvîntul stress are un sens complex și multilateral, incluzînd noțiunile de încordare, tensiune și reacție a organismului față de acțiunea diferiților factori externi.

Temperatura	16° 21°	21° 27	27° 32°	32° 38°	38° 44°
Felul amenajării					
Încăperi cu aer cond.	15,6	57,2	77,9	84,3	86,4
Umbrar	5,4	14,4	33,3	43,4	43,6
Mlaștină	4,9	8,4	12,1	19,4	28,8

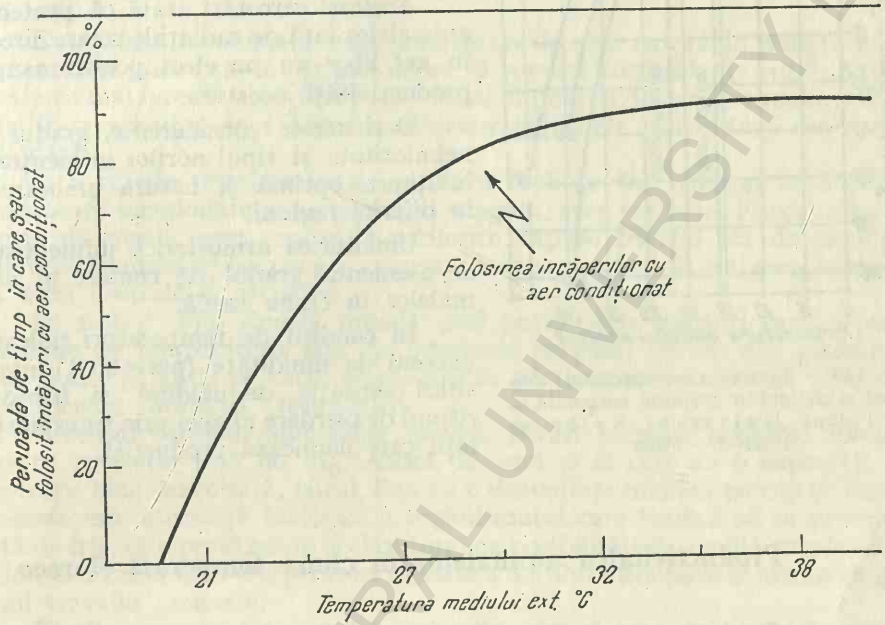


Fig. 113 — Influența temperaturii mediului extern asupra gradului de folosire a încăperilor cu aer condiționat la porci — Davis-California (după B o n d — 1957)

cu aproximativ 5°C față de o umbrire fără evaporare. Vacile au produs în medie cîte 2 litri de lapte mai mult pe zi, la umbra rece decît la umbra caldă. Din experiențele făcute în ultimul timp, rezultă că producția de lapte la vaci crește cu aproximativ 15% în cazul asigurării unui climat confortabil (temp. 18°C) față de cazurile în care animalele sînt menținute într-un climat necontrolat (B o n d — 1967).

Această productivitate se datorește scăderii temperaturii, cît și mișcărilor aerului.

Mișcarea aerului

Cercetările lui B o n d (1959) arată că asupra productivității animalului influențează însăși natura gardului care împrejmuiește cotețul. În cercetările de la El Centro din California s-a stabilit că în condiții de

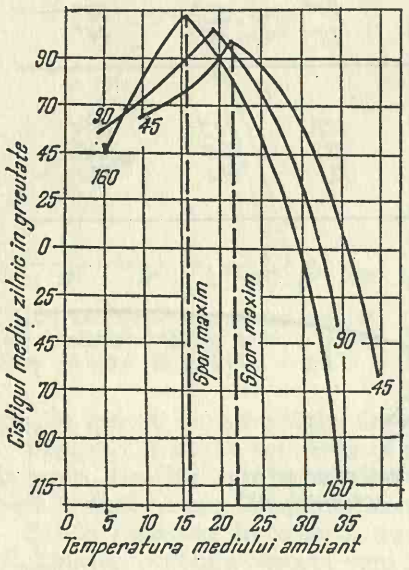


Fig. 114 — Temperatura mediului ambiant și cîștigul în greutate corporală la porci (după Heitman, Kelly și Bond — 1959)

climă caldă, gardurile din sîrmă creează un microclimat mai prielnic și mai productiv decît gardurile din scînduri.

Explicația constă în frînarea relativă a deplasării aerului și încălzirea mai puternică prin radiații în cazul cotețelor înconjurate cu scînduri.

Aceleași cercetări arată că protecția animalelor față de radiațiile solare directe în aer liber au un efect pozitiv asupra productivității acestora.

Deși aceste considerente, gradul de nebulozitate și tipul norilor influențează înălțimea optimă și natura umbrarelor în diferite regiuni.

Umiditatea atmosferică influențează de asemenea gradul de confort al animalelor în clima caldă.

În condiții de temperaturi ridicate, excesul de umiditate (peste 80%) intensifică senzația de căldură și frînează ritmul de pierdere al apei prin transpirație fapt care dăunează producției.

Productivitatea animalelor în clima temperată și rece

Scăderile frecvente ale temperaturilor, zăpada, umiditatea și vîntul, specifice regiunilor temperate și nordice, determină o anumită tensiune a organismelor animale care pot avea ca efect pierderi economice în producție, datorită suferințelor organismului, direct sau indirect, prin îmbolnăviri sau chiar moartea animalelor. Industrializarea din ce în ce mai intensă a producției animaliere și specializarea diferitelor ramuri ale acesteia impun crearea unui microclimat optim prin construcții și grajduri confortabile. Pentru realizarea acestei probleme sînt necesare cercetări suplimentare asupra comportării animalelor în diferite condiții microclimatice.

O serie de autori (Rudnev — 1964, Noffsinger — 1965) au remarcat că animalele în clima rece sînt supuse legilor fizice generale de radiație, convecție, conductibilitate. Animalele la frig mențin relativ constantă temperatura în interiorul corpului, reducînd pierderile de căldură la minimum și mărindu-și arderile (producerea de căldură). Căldura necesară organismului trebuie însă în ultimă instanță să provină din surse alimentare suplimentare — furaje — sau din căldura radiantă cîștigată din mediul exterior sau din amîndouă.

Pierderea de căldură din organism poate fi redusă și prin micșorarea suprafeței organismului animal expus la frig, sau prin slăbirea intensității respirației (sau prin reducerea volumului de aer inhalat). Reducerea pierderii de căldură se mai realizează și prin concentrarea a mai multor animale, corp lîngă corp, evitînd scurgerea de aer în jurul corpului lor.

Efectele asemănătoare se mai obțin și prin evitarea umectării corpului animalului (pielea, părul trebuie să fie uscate în condiții de temperatură scăzută).

Există însă la animale mari posibilități de altă natură în adaptarea la temperaturi joase care le permite unora să suporte condițiile de iarnă. Astfel, creșterea mai intensă a părului în în special al pufului, îngroșarea pielii, schimbări în compoziția unor depozite adipoase sub piele (sînt cîteva din aceste adaptări).

Ca o reacție temporară, dar pozitivă față de frig, sînt și schimbările respiratorii menționate și a circuitului sanguin, spre periferie. Fluxul sanguin crește de regulă spre țesuturile periferice expuse frigului (ca de exemplu sfîrcurile mamelelor) pentru a le asigura și lor temperaturi cît mai asemănătoare cu zona centrală a corpului.

În același timp sîngele inundă mai puțin acele țesuturi care suportă scăderile de temperatură față de interiorul corpului (ca de ex. picioarele, fața și alte părți de pe corp) aceste ultime părți au totuși periodic vasodilatări pentru hrănirea țesuturilor.

Învelișul corpului animalelor (pielea, părul) prezintă adaptări speciale pentru protecția față de frig. Astfel, la vaci și oi care au o suprafață de protecție bine dezvoltată, părul, lîna au o dezvoltare minimă pe cap și burtă. Aceasta este o cerință biologică a organismului care tinzînd să se protejeze față de frig, este prevăzut în același timp cu posibilități de a evita surplusul de căldură în cazul unei temperaturi ridicate a aerului înconjurător sau în timpul unui travaliu excesiv.

Părțile corpului mai puțin acoperite sînt și zone prin care se pierde căldura în cazul excesului.

Probleme interesante cu privire la protecția față de frig a organismelor apar la animalele nou născute. Acestea au suprafața specifică a corpului mult mărită față de animalele mature, energie de rezervă limitată, pielea și părul umectate de lichidul amniotic. Înainte de naștere, temperatura corpului lor este egală cu cea a corpului matern sau apropiată de aceasta. După naștere se înregistrează o scădere a temperaturii corpului în raport cu aceea a mediului înconjurător. În acest sens animalele nou născute pot fi considerate ca polikiloterme, întrucît suportă o scădere sensibilă a temperaturii corpului pentru o anumită perioadă (pînă la 10°C față de temperatura inițială).

După această scădere, organismul animalului nou născut nu va răspunde cu o creștere promtă a temperaturii corpului printr-o termogeneză cu sau fără frison. Scăderea consumului de oxigen, din această perioadă, determină de fapt slăbirea termogenezei. Am fi tentați să credem că aceasta este un mecanism de adaptare pentru primele ore ale vieții, însă, o serie de specialiști ca A l e x a n d e r (1958) arată că animalele cu cele mai mari șanse de supraviețuire sînt acelea care permit o minimă coborîre de temperatură

a corpului după naștere. Mieii au un mecanism termoregulator foarte dezvoltat la naștere și adesea ajung în cîteva ceasuri la o temperatură constantă a corpului. Purceii însă sînt mai puțin adaptați la naștere pentru menținerea temperaturii constante a corpului, perfecționînd acest mecanism în a 6—9-a zi. Atît mieii cît și purceii pot suporta variații mari de temperatură a corpului, aproximativ pînă în a 20-a zi de la naștere (H a m d y — 1958).

Regimul de nutriție al animalelor foarte tinere are un efect direct asupra reglării termogenezei și revenirii animalelor la aspectul homeoterm. M c. C a n c e (1959), arată că purceii insuficient hrăniți au posibilitatea redusă de adaptare la condițiile exterioare. Scăderea temperaturii la purcei determină creșterea consumului de lapte și a catabolismului proteic.

Cea mai frecventă boală de digestie la porci este legată de scăderea temperaturii. Este cunoscut că o pardoseală umedă și rece determină la purceii în dezvoltare o serie de afecțiuni hepatice. În asemenea situații ficatul este foarte dezvoltat (hepatomegalie) datorită unei congestii vasculare și infiltrații grase.

Concluzia care se degajă este că pînă la apariția completă a homeotermiei, zootehnicienii trebuie să acorde o atenție deosebită, perioadei critice pentru noii născuți, acordînd surse suplimentare de încălzire și o alimentație foarte energetică, însoțită de diatermie în cazul în care animalele au răcit.

Trebuie preîntîmpinată prin orice mijloace apariția febrei mari a organismului subalimentat. O creștere a temperaturilor în condițiile în care organismul nu are energia necesară pentru a o suporta, poate provoca hipoglicemie, convulsii și moartea.

Porcii au o adaptare mare pentru frigul iernii. Cercetări calorimetrice cu porci maturi arată că temperatura critică a corpului este de 21°C (nu mult sub cea a omului).

Deși sîntem tentați să credem că stratul subcutanat de grăsime la porci (ca strat de protecție) reprezintă un mijloc sigur de menținere a temperaturii corpului animalului, acesta nu poate singur să asigure protecția totală a organismului.

Un alt factor de protecție este capacitatea de intensificare accentuată a termogenezei metabolice în funcție de variațiile termice ale mediului exterior.

În concluzie, se poate afirma că menținerea homeotermiei, în cazul porcului, este realizată prin combinarea protecției determinat de:

— stratul de grăsime subcutanat;

— reducerea fluxului sanguin la periferie și

— reducerea deficienței termice prin creșterea termogenezei.

Multe specii de animale își pot regla fluxul sanguin la suprafața corpului, dar porcul are această proprietate foarte dezvoltată.

Porcii au de suferit cînd sînt crescuți individual în condiții de microclimat rece, cu așternut necorespunzător și cînd sînt expuși curentului sau umezelii.

Pe de altă parte porcii crescuți în cocine, la temperaturi acceptabile, nu vor progresa la limitele așteptate dacă n-au posibilitatea să iasă periodic la frig pentru a-și regenera apetitul.

H i c k s (1965) arată că porcii crescuți individual în cocini fără așternut și cu o temperatură ambiantă între 4°—15°C reduc substanțial sporul zilnic de creștere în greutate ca răspuns la temperaturile joase, cu 300—400 g greutate. *Astfel un porc de 90 kg va crește în greutate cu 70 g zilnic mai puțin din cauza unei temperaturi scăzute, ceea ce echivalează cu 11% din normal.* Variația cîștigului în greutate corporală, în funcție de temperatura mediului ambiant și de mărimea porcului, este redată în figura 114.

Din această figură rezultă că porcii în dezvoltare, cu o greutate inițială sub 50 kg, au sporul maxim de creștere zilnică la temperaturi cuprinse între 22°—23°C în timp ce porcii dezvoltați cu o greutate inițială de peste 150 kg au o creștere maximă la temperaturi mult mai scăzute (15°—17°C). Deci temperatura optimă pentru porcii tineri este mai mare decît pentru animalele mature.

Bovinele pentru carne sînt de obicei protejate în spații închise, în zonele în care iarna plouă și cad cantități mari de zăpadă.

În situații de temperaturi relativ scăzute fără alte complicații meteorologice, animalul este adaptat pentru a menține temperatura corpului constantă fără a fi nevoie de sporirea intensă a termogenezei față de ritmul normal. În afară de suprafața specifică avantajoasă a corpului și blana de protecție, termogeneza, rezultată din fermentare și digestie, menține temperatura corpului constantă. Bovinele nu se îngrămădesc una în alta ca oile în turme și nici nu folosesc vizuini pentru a-și conserva căldura, ele fiind protejate îndeosebi de piele și învelișul pilos.

Multe cercetări au confirmat observațiile generale din care rezultă că bovinele sînt mai productive dacă sînt protejate de vînt și umiditate. Grajdurile însă trebuie să fie în măsură să asigure un microclimat confortabil.

În cazul umidității excesive animalele au o productivitate scăzută. W i l i a m s (1958) a observat că boii crescuți pentru carne și grăsimi, îngrășați la temperaturi de + 15°C, au crescut mai rapid dacă grajdul este adăpostit de o perdea de protecție de 3 m față de un grajd neadăpostit.

Perdeaua de protecție asigură în același timp și o reducere substanțială a combustibilului necesar în cazul adăposturilor încălzite.

Presărarea paielor ca așternut mărește intensitatea creșterii zilnice cu aproximativ 30% față de cazurile în care nu se folosește nici un fel de așternut.

Ultimele tendințe în construirea grajdurilor, pentru creșterea bovinelor, sînt de a asigura un control riguros al microclimatului prin ventilație, sistem de reglare a temperaturii etc.

De reținut că umiditatea relativă foarte ridicată a aerului și fluctuațiile zilnice ale temperaturii din grajd determină formarea de rouă pe părul și pielea animalelor, reducînd capacitatea de protecție a acestora față de frig.

Influența condițiilor climatice asupra reproducerii la animale

Condițiile climatice exercită o puternică influență asupra funcției de reproducere la animale. Aspectele sezonale în perioada de reproducere a animalelor sălbatice sînt exemple concludente în această privință. S-a dovedit că spermatogeneza este afectată de temperatura ridicată a aerului. De asemenea, fertilitatea femelelor este influențată de temperaturi foarte ridicate, mai ales cînd acestea sînt însoțite de umiditate excesivă în atmosferă.

Căile de pierdere a sarcinii la femele sau sterilitatea pot apare în forme variate. În condițiile unui climat aspru, funcțiile ovariene pot înceta complet și în consecință fecundația nu poate avea loc. Neexistența estrusului („căldurilor") este normală pentru unele specii în timpul diferitelor perioade ale anului. Oile de exemplu devin fără estrus pe măsură ce numărul de ore de lumină crește treptat, deși la alte specii perioada de reproducere începe o dată cu creșterea lungimii zilei.

Inplicațiile evidente ale acestor manifestări derivă din faptul că mediul influențează sistemul hormonal al animalelor care la rîndul său provoacă schimbări radicale în funcțiile fiziologice ale acestora.

După C h a n g și alții (1963) aproximativ 30% din scăderile în fecunditatea umană în timpul lunilor de vară la Hong-Kong, sugerează că cel puțin o parte din această diminuare a fecundării rezultă din temperaturile ridicate ale mediului ambiant. T r o m p (1963) arată că numărul nașterilor variază în timpul anului, iar greutatea fătului la naștere este substanțial redusă cînd mama este supusă condițiilor de temperaturi ridicate în perioada sarcinii.

Observațiile efectuate la vacile de lapte din Arizona (U l b e r g — 1967) arată că temperaturile ridicate ale aerului cînd sînt însoțite de umiditatea ridicată, determină moartea embrionului.

Efectul dăunător al climatului este cu atît mai mare cu cît organismul efectuează mișcări mai intense în condițiile amintite. Pînă acum s-au edificat, în mare, legătura dintre fenomene și mediu avîndu-se în vedere mai ales variațiile macroclimei (macromediului). Există date care indică încetarea producției de spermă, absența funcției ovariene, moartea embrionului sau insuficiența, în greutate a foetusului la temperaturi ridicate.

Trebuie reținut însă că în anumite limite organismul matern asigură o stabilitate a micromediului față de variațiile macromediului. Cu toate acestea U l b e r g (1967) a arătat că temperatura aerului la peste 32°C însoțită de umiditatea relativă, mai mare sau egală cu 65%, micșorează enorm intensitatea reproducerii la oi, deși apariția și dezvoltarea primelor faze ale embrionului sînt normale (foarte timpuriu aceștia mor).

Prin macromediu în cazul de față înțelegem mediul exterior organismului matern. Aceasta pentru a face distincție față de mediul interior din organismul matern (micromediu), care apare ca mediu extern atît pentru celulele sexuale înainte și după fecundare, cît și pentru fătul în dezvoltare.

S-a stabilit că în condiții de temperaturi ridicate care determină creșterea temperaturii rectale cu 1°—2°C se produce concomitent și creșterea temperaturii vaginului, adică a micromediului în care are loc fecundarea.

Cercetările întreprinse arată că o creștere sensibilă a temperaturii corpului acționează negativ asupra spermatozoidului și aceasta este cauza principală a scăderii fertilității.

Dutt și Simpson (1957) în studiul lor asupra influenței temperaturii externe, asupra fertilității berbecilor Southdown la începutul sezonului de reproducere, au subliniat că temperaturile mari de vară determină o slabă natalitate la oile mature încrucișate cu berbeci Southdown. Ei au indicat de asemenea posibilitatea ameliorării procentului de fertilizare la împerecherile timpurii prin menținerea berbecilor la temperaturi scăzute de 7°—9°C și umiditate mare de 70—80%.

Clima grajdurilor

Majoritatea animalelor domestice sînt ținute în adăposturi sau grajduri pentru protecția în special contra frigului și căldurii etc. Mediul protector procură confort și deci o mai mare productivitate, însă gradul de producție nu indică totdeauna gradul de confort.

Factorii care determină confortul atît în mediul uman cît și animal sînt: temperatura aerului, radiația, compoziția aerului, mișcarea aerului și umiditatea relativă.

Clima grajdurilor depinde de tipul de construcție al acestora, de amenajările făcute pentru modificarea sistemului de încălzire și răcire, ventilație și iluminări etc.

Indirect, microclimatul interioarelor este determinat de: amplasarea, orientarea clădirii și natura materialelor de construcție.

Efectul condițiilor de confort microclimatic asupra productivității animalelor depinde de specia animală. Astfel, vaca de lapte este un animal destul de tolerant la frig, prezentînd o mai mare rezistență la temperaturi joase decît la căldură. Experiențele cu vaci de lapte în zone tropicale au arătat că producția de lapte poate fi sporită răcind adăpostul cu un aparat de condiționare a aerului. La latitudinile mijlocii și mari, supraîncălzirea grajdului iarna determină o scădere a producției de lapte.

Un grajd în formă de L, în cazul unei orientări optime a ferestrelor spre soare, asigură o posibilitate de iluminare mai mare decît unul de formă dreptunghiulară; cînd acesta este orientat corect, ferestrele obișnuite sînt suficiente pentru a primi lumina directă reflectată sau difuză (oberlichturile fiind necesare în cazuri cu totul speciale), chiar în cazurile cu umbră. Cînd tavanul și pereții sînt albi, aceste ferestre primesc lumină suficientă. Apărătorile sînt necesare în cazul excesului de lumină; ele nu trebuie însă să împiedice lumina directă iarna. Vara cînd unghiul soarelui este mare la amiază, apărătorile umbresc ferestrele dinspre soare. Iarna, cînd soarele este coborît la amiază, ferestrele și pereții sînt expuși direct la lumina soarelui.

La stabilirea dimensiunii și orientării grajdurilor trebuie avut în vedere și înălțimea soarelui la amiază. Astfel, în zonele nordice sînt necesare apărători mari pentru a împiedica lumina soarelui să intre pe fereastră la prînz în zilele de vară. La latitudini mici însă, apărătoarele înguste sînt suficiente.

În legătură cu aceasta este necesar să se cunoască înclinația soarelui, ca și cantitatea de lumină și orientarea pantei.

O deosebită importanță pentru asigurarea unui microclimat confortabil o are materialul de construcție, gradul de izolare, forma, mărimea și culoarea interioarelor, precum și sistemul de ventilație.

Newman (citat de Yen You Wang — 1963) în Israel a stabilit că materialele izolante ca: cochilii de scoici de mare, beton vermicular și cărămizi de lut ars, determină o reducere cu aproximativ 5°C a temperaturii acoperișului în comparație cu construcția standard.

Folosind stratul izolator pentru tavan se obține o reținere nocturnă a căldurii acumulată ziua, deci o micșorarea diferenței de temperatură dintre noapte și zi.

Studiindu-se răcirea artificială a grajdurilor cu aer condiționat în Africa de Sud, s-a constatat că ventilația naturală prin pori a redus temperatura tavanului cu aproximativ 3°C. De asemenea cercetîndu-se efectul culorii acoperișului plan, construit din beton asupra încălzirii s-a stabilit că diferența de temperatură între acoperișul vopsit în gri față de unul vopsit în alb se ridică pînă la 6°C în orele de amiază și se reduce simțitor în cursul nopții.

Umbrarele simple, de vară, pentru vite, acoperite cu fîn într-un țarc înconjurat cu sîrmă, asigură o protecție mult mai mare față de supraîncălzire decît umbrarul de aluminiu într-un țarc construit din lemn. Un țarc împrejmuit cu gard de sîrmă, situat într-un cîmp deschis asigură o scădere a temperaturii aerului de 2°C față de țarcul împrejmuit cu gard de lemn.

În experiențele amintite, care au fost efectuate la Imperial Valley — California — fiecare din tăurașii Hereford au cîștigat în greutate aproximativ 1 kg/zi, în țarcuri înconjurate cu sîrmă și numai 700 g în cele înconjurate cu scînduri (Bond — 1957).

În condiții de climă rece în prim plan apare problema reducerii pierderii de căldură.

Cîștigul de căldură se realizează direct prin încălzirea solară sau artificială (ca în sere). Pierderea are loc în special prin ramele ferestrelor și ușilor, prin fisuri în acoperiș și pereți și parțial prin sticla ferestrei.

În grajduri, căldura în exces poate fi mult redusă prin alegerea corespunzătoare a locului și materialelor de construcție. O casă așezată pe partea adăpostită de vînt a unei pante, cu fața spre SV, obține multă căldură de la soare și evită în mare parte răcirea provocată de vînturile din iarnă.

Woodroff (1954) a stabilit sarcina de încălzire a unei case (Q_t) în funcție de diferența de temperatură dintre interior și exteriorul casei (T), distanța de la perdeaua naturală (H) și viteza vîntului (u). În acest caz sarcina de căldură a unei case neprotejate este exprimată astfel:

$$Q = 1{,}3\ T\ (10°{,}0{,}25u)$$

și a unei case cu protecție

$$Q = 1{,}3\Delta T\,(10°0{,}018\,u\,H0{,}07)$$

în care:

Q este exprimat în Unit. Termice Britanice (Btu)*/h;
ΔT — în °C;
u — în mile**/h și
H — un multiplu al înălțimii obstacolului.

Grafic, aceste relații sînt exprimate în unități metrice internaționale ca în figura 115.

Frederik (1961) a studiat frînarea vîntului cu ajutorul speciilor forestiere cu frunze căzătoare. El a găsit că vîntul este cu aproximativ 25—50% mai mare în perioada de defoliere a arborilor.

Pe măsură ce relațiile și productivitatea animalelor în diferite condiții de climă devin din ce în ce mai cunoscute și tehnica construcțiilor mai avansată, apare posibilitatea amenajării unor astfel de încăperi în care să se realizeze microclimate cît mai apropiate de limitele optime, cerute de organismele animalelor.

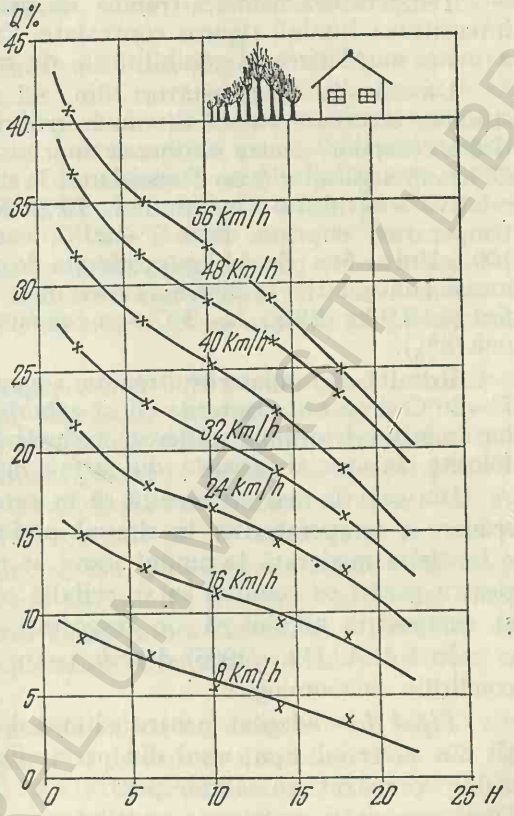


Fig. 115 — Reducerea procentuală a necesarului de combustibil (Q) determinată de perdeaua de protecție, în funcție de distanța H față de clădire exprimată în raport de înălțime H și viteza vîntului (după Woodruff)

Din ultimele cercetări asupra microclimatului din cotețele păsărilor a rezultat că metabolismul, fertilitatea, ecloziunea, producția de ouă, creșterea perilor, a penelor etc. sînt puternic influențate de condițiile termice, radiative, de calitatea luminii, de circulația aerului, de compoziția chimică, conținutului de oxigen al acestuia etc.

Condițiile de bază pentru obținerea unei producții optime la păsări constă în asigurarea unei circulații permanente a aerului pentru a evita acumularea amoniacului, bioxidului și oxidului de carbon, precum și a hidrogenului sulfurat.

---

* Btu = Cantitatea de căldură necesară pentru a încălzi o livră (0,450 kg) apă cu 1°F, și corespunde la 0,25 Kcal internaționale.

** 1 milă = 1 600 m.

BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Temperatura camerei trebuie să oscileze între 7°—20°C, iar durata și intensitatea luminii riguros controlate. Cuibarul trebuie să fie uscat pentru a evita murdărirea și posibilitățile de infecție ale acesteia.

Un colectiv de cercetători din S.U.A. (B r e s s l e r — 1957), în urma studiilor efectuate au stabilit unele criterii de bază în evaluarea microclimatică a cotețelor, pentru obținerea unor producții mari de ouă și a consumului de hrană a găinilor (rasa Rodeisland) la diferite temperaturi, cînd umiditatea relativă a aerului s-a menținut la 75%. Rezultatele obținute au arătat că la temperaturi cuprinse între 7°—20°C, consumul mediu zilnic de hrană la 100 găini a fost de 14 kg (producția de ouă reprezentînd 30% din greutatea hranei consumate), la 29°C s-au consumat 11 kg hrană, iar producția de ouă a fost (de 2,9 kg (26%), la—5°C s-au consumat 18 kg hrană, obținîndu-se 1,5 kg ouă (8%).

Rezultă că randamentul maxim s-a realizat la temperaturi cuprinse între 7°—20°C și că atît creșterile cît și coborîrile de temperatură în afara limitelor amintite determină scăderea productivității în general și a eficienței hranei folosite, în special (aceasta din urmă îndeosebi la temperaturi coborîte).

Din cele de mai sus rezultă că în cotețele de păsări, în care se asigură o scădere a temperaturilor în timpul perioadei calde (în limitele 7°—18°C și o încălzire moderată în timpul iernii se realizează un confort microclimatic pentru păsări cu condiția ca și ceilalți parametri privind lumina, circulația și compoziția aerului să fie respectați.

În S.U.A. O t a (1965) descrie patru tipuri de adăposturi, în funcție de condițiile meteorologice:

Tipul 1 — adaptat pentru climatul subtropical. Acestea sînt construcții din material ușor, unul din pereți fiind înlocuit cu plasă din sîrmă, iar ceilalți prevăzuți cu zăbrele pentru a se face bine ventilația în timpul verii. După necesități se folosesc ventilatoare speciale pentru împrospătarea permanentă a aerului.

Acoperișul este astfel înclinat încît să nu permită încălzirea directă prin radiații vara, însă să asigure o protecție suficientă în timpul iernii.

Pentru a evita influența vîntului, iarna se folosesc panouri mobile din plastic pentru astuparea ferestrelor.

La acest tip, posibilitatea unei umidități excesive a aerului apare numai în perioade cețoase.

Tipul 2 — pentru climatul temperat-continental, are o deschidere spre sud, pereții neizolați care pot fi închiși cu ferestre și perdele. În acest adăpost cuibarul protejează apa și ouăle de înghețul din timpul iernilor reci.

Tipul 3 — pentru climatul rece continental la latitudini mijlocii, cu un etaj și pod de paie, are pereții izolați sau ventilarea se face prin pori.

Tipul 4 — pentru climatul rece continental, se distinge prin izolarea peretelui și tavanului și prin ventilație controlată. Este de asemenea prevăzut cu ferestre cu geam izolat pentru a pătrunde cît mai multă lumină iarna

și cu un apărător de soare pentru vară. Acest tip este cunoscut sub numele de „casă solară".

„Casa solară" a universității din Pensilvania (descrisă de B r e s s l e r — 1957) are pereții izolați cu fibre de sticlă care împiedică pierderea de căldură; stratul de beton vermicular de pe podea păstrează în interior aerul uscat. Acest coteț este orientat spre sud pentru a primi mai multă lumină, iarna, avînd și apărătoare de soare pentru a doza lumina soarelui primăvara și vara. Ventilația în timpul iernii se face automat în funcție de temperatură, iar vara prin 8 ventilatoare cu funcționare continuă și ușile larg deschise.

Un alt tip de coteț este cușca de sîrmă prevăzută cu sisteme de izolare și ventilație. Fiind mai mic, este mai avantajos pentru rații de hrănire calculate, asigurînd un cost redus al alimentației și un control asupra paraziților și bolilor.

Pentru studiul ecologiei, comportării și bolilor curcanilor, la Institutul de meteoropatologie din Wisconsin—Madison, s-a construit un coteț în care se asigură controlul temperaturii aerului și culcușului prin termistori montați pe un catarg portabil de aluminiu plasat în culcuș, la nivelul păsării și la diverse distanțe între podea și tavan. Deoarece catargul este portabil, gradienții de temperatură orizontali și verticali pot fi verificați în tot cotețul.

Pentru adăposturile de clocire se fac de asemenea măsurători asupra temperaturii și umidității cu aparate electronice și termo-higrografe, amplasate în diverse puncte ale încăperii. Temperatura culcușului se menține constantă: 18°C în iunie și 20°C în septembrie. Umiditatea aerului în cuibar este de 31—35% iarna și 25% vara.

Mișcările aerului sînt măsurate direct cu anemometre, iar tipul curenților cu aparate speciale care produc dîre de fum ce sînt fotografiate din timp în timp. Concentrația de amoniac și CO^2 se determină cu un aparat de luat probe de gaz, numărul și mărimea particulelor aeropurtate se determină cu ajutorul unui filtru cu membrană, prevăzut cu un micrometru ocular.

În aceste condiții ecologice sînt studiate mișcările păsărilor ca și reacțiile la diferite sunete și la variația intensității de lumină. Toate datele sînt înregistrate pe o bandă de magnetofon, iar mișcările sînt studiate cu un aparat foto care funcționează automat la diverse intervale. Ori de cîte ori o pasăre se așază pe platforma de metal ca să bea apă, platforma respectivă este electrizată, realizîndu-se un curent slab care trece prin organismul păsării și vasului cu apă. Aceste impulsuri se înregistrează de asemenea de către un magnetofon special.

Pe baza acestor studii se obțin date foarte importante referitoare la intensitatea activității păsării în tot timpul zilei, la comportamentul acestora în funcție de variația elementelor microclimatice și compoziția chimică a aerului, precum și la variațiile productivității la diferite grade de confort.

Totodată se studiază modul în care variază rezistența păsărilor la afecțiunile patologice în diferite combinații de factori atmosferici.

Deși cercetările în această direcție se află abia în prima etapă, iar rezultatele concludente vor putea fi cunoscute în anii următori, se poate spune încă de pe acum că prin ameliorarea microclimatului din interiorul grajdurilor, cotețelor, saivanelor etc. se va obține o creștere substanțială a randamentului în zootehnie, fără cheltuieli suplimentare de alimentație.

Ținînd seamă de stadiul actual și perspectivă a cercetărilor respective în țările avansate, apare imperios necesară declanșarea unor astfel de preocupări zoometeorologice și în țara noastră, printr-o strînsă cooperare între zootehnicieni, agronomi, constructori și meteorologi.

Aceasta va contribui la accelerarea procesului de industrializare și creștere a randamentului în producția animalieră.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Bibliografie

1. Alexandri Al. și colab. — Tratat de fitopatologie vegetală, vol. I, Editura Academiei R.S.R. București, 1967
2. Alexader G., Mc. Cance — Temperature regulation in the new-born lamb. — — Australian Journal Agricultural Res. 1958
3. Alisov B.P. Dimitriev A. — Meteorologhia (cesti I), Ghidrometeoizdat Moskova 1939
4. Alisov B. P., Drizdov O. A., Rubinștein E. S. — Kurs Glimatologhii Ghidrometeoizdat, Leningrad, 1952
5. Allmaras R. R., R.E. Burwell, W.B. Voorhees — Corn seedbeds Agr,. Res. 1964
6. Andersson B., L. Eckmann, C. C. Bale, J.W. Sundstein — Blocking of the thyroid response to cold by local warming of the preoptic region. Acta Physiol. Sand — U.S.A. — 1964
7. Andreenco S. S., Kuperman F. M. — Fizologhia kukuruzî. Moskova, 1959
8. Arhipova F. P., M. I. Glebova — Osobennosti microclimata pahotnîh sclonov. Trudî G.G.O. vîp. 91. Leningrad. 1960
9. Angus D. E. — Radiation frosts their consens and local prevention în agriculture. J. Aust. Inst. Agric. vol. 22 nr. 2, 1956
10. Antal E. — Izmerenia i rascetî po teplovomu i vodnomu balansam v șviazi s oreșeniem v Vengrii. Sbornik docladov po agrometeorologhii. Sofia, 1968
11. Arlery R. — Contribution à l'appreciation du risquie dans la lutte contre les gelées de printemps. La météorologie, Paris, 1957
12. Alpatiev A. M. — Vlagooborot culturnîh rastenii, Ghidrometeoizdat, Leningrad, 1954
13. Apetroaiei St. — Influența condițiilor agrometeorologice asupra rezervelor de umiditate în sol sub principalele culturi de cîmp. Culegere de lucrări ale Institutului meteorologic, București, 1964
14. Apetroaiei St. — Studiul variației umidității accesibile a secolului în funcție de condițiile meteorologice și fazele de vegetație în culturi irigate și neirigate, manuscris, Institutul Meteorologic, București, 1966
15. Army T. J., A. F. Wiese R. J. Hanks — Effect of tillage and chemical weed control practices on soil moisture losses during the fallow period. Soil Sci. Soc. Amerc, 1961

BCU Cluj / UNIVERSITY LIBRARY

16. Azzi Girolamo — Agricultural ecology, London, 1956
17. Berényi D. — Mikroklimatologia, Akadémiai Kiadó Budapest, 1967.
18. Baver D L. — Soil Physics — third edition. New-York. 1966
19. Băjescu N. — Apărarea plantelor vitipomicole contra accidentelor meteorologice. Grădina, via şi livada nr. 5, Bucureşti. 1954
20. Bacsó N. — Eine Methode zur Klimatischen Darstellung der Bodenerosionsgefahr im falle Starkoegev Z-Meteorol. 9—12 — 1966. R.D.G.
21. Berbecel O., Văluţă Gh. — Zonarea ecologică a plantelor agricole în R.P.R. Editura Academiei R.P.R, Bucureşti, 1960.
22. Berbecel O., Rogadjan Iulia, Pîrjol L., Roşca V., Şarpe N. — Studii bioclimatice la principalele soiuri şi hibrizi de porumb. Culegere de lucrări ale Institutului Meteorologic 1960, Bucureşti. 1962
23. Berbecel O., Rogodjan Iulia, Mihăilă E. — Studiul condiţiilor agrometeorologice pentru porumb în anul 1961. Culegere de lucrări ale Institutului Meteorologic Bucureşti, 1963
24. Berbecel O., Roşca V., Eftimescu Maria, Meterez A. — Contribuţii la cercetările bioclimatice la floarea-soarelui. Culegere de lucrări al Institutului Meteorologic. Bucureşti, 1964
25. Berbecel O., Miha Iozefina — Indici de evaluare şi prognoze agrometeorologice la grîu de toamnă. Culegere de lucrări ale Institutului Meteorologic pe 1963, Bucureşti, 1965.
26. Berbecel O., Eftimescu Maria — Evaluarea condiţiilor agrometeorologice la floarea-soarelui. Culegere de lucrări Institutului Meteorologic pe 1963, Bucureşti, 1965.
27. Berbecel O., Eftimescu Maria, Gogorici Ecaterina, Rogodjan Iulia — Prognoza frazelor de vegetaţie la flora spontană şi cultivată. Culegere de lucrări ale Institutului Meteorologic pe 1963, Bucureşti, 1965.
28. Berbecel O., Rogodjan Iulia, Eftimescu Maria, Miha Iozefina — A szántoföldi növények bioklimatologiai, jellemezöinek vizsgálatórl és alkalmozásárol Rev. Idöjárás 1, Országos Meteorogiei Intézet, Budapest, 1965.
29. Berbecel O. Rogodjan Iulia — Influenţa condiţiilor agrometeorologie asupra etapelor de morfogeneză la porumb. Culegere de lucrări ale Institutului Meteorologicic pe 1965, Bucureşti, 1967
30. Berbecel O., Jianu V., Eftimescu Maria, Miha Iozefina, Donciu C. Evaluarea condiţiilor agrometeorologice la culturile de floarea-soarelui, sfecla de zahăr şi porumb. Culegere de lucrări ale Institutului Meteorologic pe 1965, Bucureşti, 1967.
31. Berbecel O., Rogodjan Iulia — Influenţa condiţiilor agrometeorologice asupra ritmului de acumulare a masei vegetative la porumb. Culegere de lucrări ale Institutului Meteorologic pe 1966, Bucureşti. 1968.
32. Berbecel O., Necşa O. — Climatologie şi Agrometeorologie. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1966.
33. Bîkov K. M. — Manual de fiziologie, Editura Medicală, Bucureşti, 1957.
34. Bîrliga V. — Bolile şi dăunătorii legumelor, pomilor fructiferi şi viţei de vie. Editura Agrosilvică, Bucureşti, 1967.
35. Blak Dj. N. — Intensivonosti sveta i rost rastenii. „Klimatologhia i mikroklimatologhia" (traducere din engleză. Izdatelstvo „Progres", Moskova, 1964.
36. Botzan M. — Culturi irigate, Ed. III, Editura Agrosilvică, Bucureşti, 1966.
37. Boer D.H. J. — Comparison of water vapour, water and Waterdrops of varions sizes as means of preventing this fras. Agric. Meteorol. 4— Olanda, 1965
38. Bond T. E., C. F. Kelly N. S. Ittner — Cooling beef cattle with fans. Agricultural Engineering U.S.A., 1957.
39. Bond T. E. — Microclimate and livestock performance in hot climates. Ground level Climatology American Association for the advencement of science, Washington D.C. 1967
40. Bordeianu T. — Observaţii asupra rezistenţei la ger a pomilor roditori Buletinul Facultăţii de Agronomie, Bucureşti. 1945.

41. Bouchet R. J. — Problemes des gelées de printemps. Agric. Meteorol. 2, Olanda, 1965.
42. Bourke P. M. A. — The forecasting of apple scab (Venturia inaequalis) and other plant diseases from weather factors" din „Proceedings regional training seminar on agronometeorology" Published by the Agricultural University. Wageningen, 1968.
43. Bracht J. — Über die Wärmeleitfähigkeit des Erdbodens und des Schnees und den Wärmeumsatz im Erdboden. Veröffentlichung des Geophysikalischen Instituts, der Universität Leipzig, Berlin.
44. Bressler G. O., R. N. Jones — Design and arrangement of equipment in the Penn. State Solar Poultry House Pennsylvania Agr. Expt. Sta. Progr. Rept., 1957.
45. Broadbent L. — The influence of climate and weather on the incidence of plant virus diseases. Glashouse Crops research Institute, Littlehampton. Sussex. 1960.
46. Brochet P., Gerbier N. — L'évapotranspiration. Direction. Météorologique. Métropolitan. Paris, octobre, 1968.
47. Buclon F. — Les matiéres plastiques en agriculture. 5-e Colloque sur les applications des matières plastiques en agriculture 6—7-Mars—1962. La Revue „Connaissance des plastiques (Nös 20 a 24).
48. Budîko, M. I. — Evaporation under natural conditions. Ghidrometeoizdat, Leningrad, 1948.
49. Budîko M. I. — Teplovoi balans zemnoi poverhnostii Ghidrometeoizdat, Leningrad, 1956.
50. Burton A. C., O. G. Edholm — Man in a cold environment. London. Edward Arnold Ltd. 1955.
51. Buttler E. J., Jones E. D. — Plant pathology. Makmillan et co Ltd. St. Martin's Press, New York, London 1955
52. Carson E. James — Analysis of soil and Air Temperatures by Fourier Techniques, Journal of Geophysical Research, vol. 68, nr. 8 — 1963.
53. Canarache A. — Raionarea proprietăţilor hidrofizice ale solului în sudul R.S.R. Rev. Ştiinţa solului. 1968.
54. Chang K. S. F., S. T. Chang, C. K. Ng. — Climate and conception rates in Hong Kong. Human Biology, 1963.
55. Cirkov I. I — Zavisimosti urojaia kukuruzî ot agrometeorologhiceschih uslovii Izdatelstvo Naucinogo Ghidrometeorologhicescogo Ţentra. Moscova, 1967.
56. Chiriţă C. — Pedologie generală, Editura Agrosilvică. Bucureşti. 1955.
57. Circov I. I — Agrometeorologhiceskie uslovia i productivnosti kukuruzî Ghidrometeoizdat Moskova. 1968.
58. Ciudnovski A. F. —Fizica teploobmena v pocive. Gosizdat, 1948, Moscova, Leningrad.
59. Constantinescu Gherasim — Criterii noi în stabilirea epocilor de coacere la struguri. „România viticolă" nr. 7—9, Bucureşti, 1945.
61. Constantinescu N. — Observaţii asupra rezistenţei la brumă a florilor diferitelor specii şi varietăţi de pomi fructiferi. Agricultura Nouă, Cluj, 1937
61. Criddle W. D., H. R. Haise — Irigation in arid regions Us Dep. Agric. Yerabook in Soil. 1907
62. Cristea N., Stoica C. — Meteorologia generală, Editura Tehnică, 1958
63. Crosier W. — Studies in the biology of Phytophtora infestans, Mont. de Barry Cornell, Univ. Agric. Exp. Stat, Meamorie (155), 1934
64. Davies A. D. — Les récoltes du ciel, Organisation Météorologique Mondiale, O.M.M. Nr. 220, TP 117, Genève, 1967
65. Davitaia F. F. — Klimaticeskie zonî vinograda o S.S.S.R., Moscova. 1948
66. Davitaia F. F. — Prognoz obespecennostii teplom i necotorîe problemî sezonnogo razvitia prirodi, Ghidrometeoizdat, Moscova. 1964
67. Diercks R. — Die meteorologische Grenzen bei Veranssage einer Hulmbruch-Epidemie unter besonderer Berîcksichtigung der Verhältnisse in Süddeutschland, Z. Pfl. Kranckh. Pfl. Schutz 3 — 1966.
68. Doneaud A., Perşunaru R. — Prevenirea şi combaterea brumelor şi îngheţului de noapte în legumicultură şi pomicultură. Editura Agrosilvică, Bucureşti, 1968

69. Donciu C. — Contribuţie la studiul evapotranspiraţiei potenţiale în R.S. România, Hidrotehnica, Gospodărirea Apelor, Meteorologia, nr. 9. Bucureşti, 1965.
70. Donciu C., Gogorici Ecaterina, Jianu V., Roşca V. — Contribuţie la studiul corelaţiei dintre temperatura suprafeţei solului, temperatura aerului şi temperatura în stratul arabil în zonele de şes din sudul şi vestul ţării.Culegere de lucrări ale Institutului Meteorologic, Bucureşti, 1966.
71. Dragomir C. — Epocile de coacere a strugurilor în Banat. Revista Grădina, Via şi Livada, nr. 7, Bucureşti, 1963
72. Erdös L. — Die potentielle Verdunstung auf verschiedenen feuchten oberflächen. Idöjárás, 4, 1966, R.P. Ungaria.
73. Ferenczi S. — Influenţa factorilor meteorologici în legătură cu raionarea soiurilor de viţă de vie, vol. XI, Fasc. 2, Budapest. 1952—1957
74. Franssila M. — Mikroklimatische Untersuchungen des Wärmehaushaltes, Helsinki, 1936.
75. Fritschen Lev. J., Paul R. Nixon — Microclimate before and after Irrigation Ground Level. Climatology, Publication nr. 86, Americ. Assoc. Washington, D.C. 1967
76. Fub F. — Über die Beinflussung des Mikroklimas und des Pflanzenwachesung durch Wallhecken Natur u. Landschaft 10 — 1966
77. Geiger R. — Das Klima der Bodennahen Luftschischte, Aufl. 1, 2, 3. Braunschweig. 1938, 1942, 1950
78. Geiger R. — The climate near the ground, Harvard Univ. Press. Cambridge, Massatschusetts. 1969
79. Gesslin H. — La caracterisation des climates locaux. Congrès Intern. de Pédologie Montpellier, 1947.
80. Griffith J. F. — Another evaporation formule. Agric. Meteorol. 3—4, Olanda, 1966
81. Gerbier N. — Le calcul de l'évapotranspiration potentiel Météorologie Nationale Paris, 1968
82. Gherghi A. — Influenţa factorilor agropedoclimatici asupra proprietăţilor fizice ale fructelor. Grădina, via şi livada nr. 8, Bucureşti, 1956
83. Gherghi Tekleev — Folosirea serelor din polietilenă pentru producerea tomatelor timpurii. Culegerea de lucrări ale Consfătuirii ştiinţifice internaţională la cultura legumelor în sere (manuscris). Bucureşti. 1966
84. Givens R. L. — Height of artificial sgades for cattle in the southeast. Trans. Am. Soc. Agr. Eng. 1965.
85. Gogorici Ecaterina, Jianu V., Dr. Donciu C. — Studiu asupra adîncimilor de îngheţ ale solului. Rev. Hidrotehnica, Meteorologia şi Gospodărirea Apelor, nr. 12, 1964
86. Goindanich G. — Manuale de patologia vegetale I—II. Ed. Agricole, Bologna. 1959
87. Golţberg I. A. — Sostavlenie detalnîh microclimaticeskîh kart. (Materialele Conferinţei de agrometeorologie şi climatologie din R.S.S. Ucraina) Ghidrometeoizdat. Moskova, 1958
88. Golţov I. M., Maksimov I. A., Iposebskin V. A. — Practiceskaia agrometeorologhia. Ghidrometeoizdat, Moskova, 1962
89. Grainger J. — Meteorology and plant physiology in potato blight forcasting department of plant Pathology. West of Scotland Agricultural College. Auchincruive Ayr. 1965
90. Hallaire P., Bouchet C., Gerbier N. — Mesures de l'évapotranspiration. Compte-rendu des Journées sur l'évapotranspiration. Paris. 1968
91. Hamdy A. H., C. R. Weaver — Body temperature of young lambs. Am. J. Physiol. 1958
92. Haşeganu M. — Geografia Economică a R.P.R., Editura Ştiinţifică Bucureşti, 1957
93. Heitman H. Jr., T. E. Bond, C. F. Kelly şi L. Hahn — The effects of modified summer environment on swine performance. Journal An. Science, 1959

BCU IASI FILIALA UNIVERSITARA

94. Hicks, A. M. — Physiological response of growing swine to low temperature, Ph. D. thesis, Univ. Saskatchewan, Saskanton. Canada, 1965
95. Hirst I. M. — The aerobiology of Puccinia graminis uredospores Trans. Brit mycol. Soc., 1961
96. Hogg W. H. — Meteorology in relation to recent block rust epidemics. Trans. Brit. Mycol. Sco. 44. 1961
97. Hulpoi N. — Agrotehnica culturilor irigate, Probleme agricole. Bucureşti. 1968
98. Hutchinson J. C. D.—Heat regulation in bird. Progress in Physiology of Farm Animals. vol. I, Buttersworth Press. London. 1954
99. Iakovlev N. N. — O termiceskom rejime pocivî pod selscohoziastvennîmi kulturami. Meteorologhia i ghidrologhia, nr. 2, Ghidrometeoizdat. Moskova. 1947
100. Ionescu Gh. Siseşti, Ir. Staicu — Agrotehnica. vol. I. Editura Agrosilvică. 1957
101. Ionescu V. — Metodologia stabilirii influenţei factorilor meteorologici asupra producţiei de fructe. ICHV (manuscris) 1968
102. Ittner N. R., T. E. Bond, C. F. Kelly — Environmental comparisons and cattle gains in wood and wire corrals, J. Anim. Sci. 1955
103. Johnson H. H — Meteorological Monographs. American Meteorological Society, vol. 6, nr. 28, Boston, July. 1965
104. Karoli B. P. — Microclimat i metodî ego izucenia pri gheobotaniceskih issledovaniah. Polevaia gheobotanika, Izdatelstvo Akademii Nauk S.S.S.R. Leningrad. 1959
105. Kelcevskaia L. S. — Komplexnaia oţenka teplo i vlagoobespecennosti veghetaţionnogo perioada saharnoi svioclî, Trudî T.I.P. vip. 1940, Ghidrometeoizdat. Leningrad. 1965.
106. Kitaiev S. I., Kitaieva I. I. — Ovoşcevodstvo v tepliţah, Moscova, 1955
107. Koloscov, P. I. — Glubina zimnego promerzania pociv v Evropeiscoi ciasti SSR i v Kazahstane. Mevzlolotovedenie, vol. II, vîp. I. 1947
108. Konstantinov, A. P. — Schema uciota vliania pogodonîh factorov na prirost rastitelnoi massi i urojai. Trudî Ukr. NIGMI vip. 58. Ghidrometeoizdat. Moskova. 1966
109. Kulik M. S., Sinelşcicov V. V. — Lekţii po selsocohoziaistvennoi meteorologhii, Ghidrometeoizdat. Leningrad. 1966
110 Kuperman F. M. — Biologhiceskie osnovî culturî pşeniţî. Izdatelisvo Moskovskogo Gosudarstvennogo Universiteta, P. I. 1950, P. II 1953. p. III. Moskova. 1956
111. Kuzmin Z., Okmina Z. — Morozoustoicivosti i period pokoia vinogradnoi lozî. Vinogradostovo i vinodelie, nr. 7. Izdatelstvo „Kolos", Moskova. 1956
112. Larson W. E. — Tillage requirements for corn. Soil J. Water Conserv. 1962
113. Leivategia L. K. — O prognoze iablonnoi plodojorki v Estonski SSR. Prognoz v zascite rastenii ot vreditelei i boleznei. Izdatelstvo Akademii Nauk Latviiskoi S.S.R. Riga. 1964
114. Licikaki V. M. — Metodica prognoza kriticeskoi temperaturî ozimoi pşeniţ. Meteorologhia i Ghidrologhia nr. 6. Ghidrometeoizdat. Moskova. 1955
115. Lungu Al., Cocu F., Mitrache L., Teodoru V., Nicolau G., Dinu I.— Influenţa oscilaţiilor temperaturii ambianţei asupra colesterolului seric şi a iodului seric hormonal în sînge. Culegere de lucrări a Institutului Meteorologic. Bucureşti. 1965
116. Lundgördh H. — Klima und Boden in ihrer Wirkung aud das Pflanzenleben Jeno. 1957
117. Maximov N. A. — Pogoda i selskoie hoziastvo Ghidrometeoizdat, Leningrad. 1963
118. Maximov N. A. — Biologhiceskiv osnovî svetokulturî rastenii. Trudî. Inst. Fiziologhii rastenii Akademii Nauk SSSR. t. 10. 1955
119. Maramorosch K. — Virus, vector relationsships: vectors of circulative and propagative viruses in Plant Virology. Ed. Corbett ans Sisler Unit. 1963
120. Martin T. — În legătură cu discuţiile despre raporturile vigoare-rodire şi cantitatea-calitatea producţiei la viţa de vie. Revista „Grădina, via şi livada", nr. 3. Bucureşti. 1963
121. Mc. Cance R. A. — The effect of lowering the ambiant temperature on the metabolism of the new born pig. H. Physiol. London, 1959

122. McGuinness J.L., Harrold L.L — The effects of land use practices on sunoff erosion and crep yields as evaluated by smale single-crop warersheds United States Department of Agriculture. Washington. 1958
123. Melnic I.S. — Oţenca uslovii vlagoobespecennostii i formirovania urojaia semian podsolnecinica na severnom Kavkaze. Trudî T.I.P. Vîpusk 145. Ghidrometeoizdat. Leningrad. 1965
124. Mihailova N.I. — Teplovoi rejim pociv Evropeiskoi ciasti S.S.S.R. v teplî period goda. Trudî NIGMI Ucraini vîp. 6. Ghidrometeoizdat. Moskova 1956
125. Milcu St., Lungu Al., Tache A., Bunea M. — Factorii meteorologici şi activitatea glandei cortico-suprarenale la om în condiţii normale şi patologice. Culegere de lucrări ale Institutului Meteorologic, Bucureşti. 1964
126. Mişcenko Z.A. — Sutocinîi hod temperaturî vozduha i ego agroclimaticescoe znacenie. Ghidrometeoizdat. Leningrad. 1962
127. Miusschii P.E. — Zavisimosti urojaia podsolnecinica ot osadcov i uvlajnenia pocivî v razlicinîie periodî veghetaţii na Ukraine, Trudî TIP. vîp. 145, Ghidrometeoizdat, Leningrad, 1965
128. Moiseicik V.A. — Oţenca uslovii perezimovki ozimîh culturna iugovostoke E.T.S., Trudî T.I.P. vîp. 41 (68) 1955 Ghidrometeoizdat, Leningrad. 1955
129. Molga M. — Meteorologhia rolnicza, Panstwawe Wadawnictvo Rolmez i lesne Warszava, 1968
130. Neciporovici A.A. — Fotosintez i teoria polucenia vîsochih urojaev. Izdatelstvo Akademii Nauk S.S.S.R., Moskova. 1956
131. Noffsinger T.L. — Meteorological observation in animal experiment (out of doors) Agricultural Meteorology Pace Maker Copy right. 1965
132. Norman J. — The influence and implication of Windbreaks on Agriculture in dry regions. Ground Level Climatologa Ed. by Robert H. Show. Wasington D.C. 1967
133. Nosatovski A.I — Pşeniţa, Selhozghiz, Moscova, 1950
134. Oancea N. — Regimul apei în sol în legătură cu problema irigaţiilor. Teza de disertaţie I.A. „N.B.", Bucureşti. 1951
135. Obrejeanu Gr., Măianu Al. — Pedologie ameliorativă. Editura Agrosilvică. Bucureşti. 1966.
136. Ota H., E.H. Mc. Nally — Preliminary boiler heat and moisture data for designing poultry houses and ventilating systems. American society Agr. Eng. Summer Meeting. 1965
137. Paulian F. şi colab. — Protecţia plantelor. Editura Agrosilvică, Bucureşti. 1959
138. Papadakis J. — Climates of the World and their agricultural potentialities. Buenos Aires. Argentina 1966
139. Patten H.E. — Heat transference in soils. U.S. Dept. Agr. Bur. soils Bull. 1959
140. Petunin I.U — K voprosu o vîmerzanii ozimîh posevov. Trudî T.I.P. vîp. 18 (45) Ghidrometeoizdat Moscova, 1949
141. Poenaru I., Lăzărescu V. — Condiţii termice pentru pornirea vegetaţiei la viţa de vie. Rev. Grădina, via şi livada nr. 2. Bucureşti. 1959
142. Proţerov A.V — Klimat pagoda i urojai. Izdatelstvo „Zvanie" Moskova. 1960
143. Rădulescu E., Săvescu A. — Îndrumător de protecţia plantelor. Editura Agrosilvică. Bucureşti. 1967
144. Rădulescu E., Docea E. — Fitopatologia. Editura Didactică şi Pedagogică. Bucureşti. 1967
145. Rădulescu E. şi colab. — Combaterea integrală a dăunătorilor şi bolilor plantelor cultivate. Probleme agricole nr. 18. Bucureşti. 1966
146. Rădulescu N. Al., Velcea N., Petrescu, N. — Geografia Agriculturii României. Editura ştiinţifică. Bucureşti. 1968
147. Razumov V.I. — Sreda i osobennosti razvitia rastenii Selhozghiz. Moscova. 1954
148. Rogodjan Iulia, Tîştea D. — Unele rezultate ale expediţiei microclimatice din zona Milcoiu. Probleme de geografie, vol. 8 Editura Academiei R.P.R., 1961
149. Rogodjan Iulia, Socor Elena — Unele metode de calcul statistic utilizate în studiile agrometeorologice pentru culturile de porumb şi pomi fructiferi.Rev. Hidrotehnica, Gospodărirea apelor şi meteorologia nr. 3. Bucureşti. 1968

150. Rogodjan Iulia, Miha Iozefina — Contribuţii la studiul particularităţilor fitoclimei lanurilor cultivate. Rev. Hidrotehnica, Gospodărirea apelor şi meteorologia nr. 5. Bucureşti. 1969
151. Rode A. A. — Vodnîi regim pociv i ego tipî. Pocivovedenie, nr. 4 Izdatelstvo „Nauka". Moskova. 1956
152. Rudenco A. I — Zasuhi v. S.S.S.R. ih proishojdenie, povtoreaemosti i vlianie na urojai. Ghidrometeoizdat. Leningrad. 1958
153. Rudenco A. I. — Vlianie climata na rasproatranenie koloradscogo juka, raka i fitoftorî na kartofele. „Prognoz v zascite rastenii ot vreditelei i boleznei". Izdatelstvo Akademii Nauk Latviiskoi S.S.R., Riga. 1964
154. Rudnev G. V. — Agrometeorologhia, Ghidrometeoizdat. Leningrad. 1964
155. Sandu V. — Curs de fitopatologie. Litografia Învăţămîntului. Iaşi. 1957
156. Sapojnikova I. A. — Mikroclimat i mestnîi klimat. Ghidrometeoizdat. Leningrad, 1960
157. Săvescu A. — Importanţa prognozei şi avertizării în combaterea raţională a dăunătorilor şi bolilor la plante. Grădina, via şi livada, nr. 11. Bucureşti. 1964
158. Săvulescu Tr., Săvulescu Olga — Tratat de fitopatologie. Editura Academiei R.P.R., Bucureşti. 1959
159. Şahnovici A. V. — Microclimaticeskoe izucenie predgornîh raionov Ucranî. Materialî konferenţii po agrometeorologhii i agrometeorologhii U.S.S.R. Ghidrometeoizdat. Leningrad. 1958
160. Sarapov N. I., Smirnov V. A. — Climat i cacestvo urojaia. Ghidrometeoizdat, Leningrad. 1966
161. Schneider T. — Nachtfrost und Mikroklima besonders in Jungen Forstpflanzungen Meded Londbonwhogenschool. Wageningen. Olanda, 4. 1967
162. Schulze L. — Lichtenstrahlung in glasgedeckte. Gewächshauser Modelluntersuchungen. Hanover. 1955
163. Seleaninov G.T. — O selscohoziaistvennoi oţenke climata. Trudî po selscohoziaistvennoi meteorologhii, T. XX. Moskova., 1928
164. Sergheev L. — Analiza biologică a ciclului anual de dezvoltare a culturilor pomicole şi importanţa ei. Analele Româno-Sovietice, seria agricultura nr. 10. Bucureşti. 1952
165. Şerban Al., Diacu L. — Influenţa fronturilor reci asupra activităţii unor glande endocrine. Culegere de lucrări ale Institutului Meteorologic. Bucureşti. 1964
166. Seyfert F. — Ein Beitrag zur Prognose Phänologischer Daten. Akademie Verlag Berlin. D.D.R. 1966
167. Show R. H., D. R. Laing — Moisture Stressand Plant Respans, Plant Environment and Efficient Water. Department of Agronomy Iowa State. Iowe. 1965
168. Smith W. O., H. G. Byers — The termal conductivity of dry soils of dry soils of certain of the great soil groups. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 3: 13—19. 1938
169. Smith R. E. — Heating and Airing of Glasshouses, The Institution of Heating and ventilating Engineers. 31 iulie 1963
170. Smith R. S. — Uredospore dissemination and infection. Trans. Brit. Mycol. Soc. 44, 1961
171. Socor Elena, Jianu V., Savin Gh., Melaxa Gh. — Evaluarea condiţiilor agrometeorologice la cultura viţei de vie. Culegerile de lucrări ale Institutului Meteorologic pe 1965. Bucureşti. 1967
172. Socor Elena, Rogodjan Iulia — Contribuţii la studiul bioclimatic al unor specii pomicole. Rev. Horticultura şi viticultura nr. 3. Bucureşti. 1968
173. Socor Elena, Rogodjan Iulia — Contribuţii la stabilirea unei metode de cercetare şi cartare agromicroclimatică a factorilor de vegetaţie în bazinele pomiviticole. Rev. Hidrotehnica, Gospodărirea apelor şi meteorologia, 2. Bucureşti. 1969
174. Şulghin A. M. — Klimat pocivî i ego regulirovanie. Ghidrometeorologhiceskoe Izdatelstvo. Leningrad. 1967
175. Stancev S. V. — Virhu rejima na temperatura na pocivata v Bulgaria. Trudoce na Instituta po hidrologhia i meteorologhia. Tom. VI. Meteorologhia. Sofia. 1960
176. Teodorescu I. — Metodele de întrerupere a elementelor climatice cu aplicarea la cultura viţei de vie. Buletinul ştiinţific al Academiei R.P.R. Tom. VI. nr. 2, 1954

177. Tîştea D., Rogodjan Iulia — Unele caracteristici microclimatice ale Podgoriei Cotnari — Culegere de lucrări ale Institutului Meteorologic. Bucureşti. 1965
178. Topor N. — Ani ploioşi şi secetoşi în R.P.R. Comitetul de Stat al apelor. Institutul Meteorologic. Bucureşti. 1963
179. Tombesi L. — Aqua assimilabile, evapotranspirazione potenziale e volumi di adaquamento. Italia agric. 12. 1966
180. Trofimov K. G. — Ispolzovanie solunecinoi energhii v narodnom hoziaisve. Sbornik energhetiki, 14. Taşkent. 1955
181. Thompson L. M. — Weather Variability and the Heed for a Food Reserve. Ames — Iowa. 1960
182. Ulanova E. S. — Metodî agrometeorologhiceskih prognozov. Ghidrometeoizdat. Leningrad. 1969
183. Ulanova E. S. — Zavisimosti urojainosti oziomi pşeniţî ot agrometeorologhiceskih uslevii. Izdatelstvo Naucinogo Ghidrometeorologhicescogo Tentra. Moskova. 1967
184. Ulberg L. C. — Effects of macro and microenvironment on the biologa of mammalian reproduction. Ground Level Climatology. American Association for the advencement of science. Washington D.C. 1967
185. Van Eimern J. — Windbreaks and shelterbelts W.M.O. Teach Note nr. 59. World Meteor. Org. Geneva — Switzerland. 1964
186. Văleanu L., Doneaud A., Dragomir Elena — Elemente noi în metoda pentru determinarea momentului de depăşire stabilă a pragului biologic la viţa de vie şi analiza indicilor climatici în principalele regiuni viticole din R.P.R., Editura Agrosilvică. Bucureşti. 1962
187. Vasiliev I. M. — Zimostoicosti rastenii. Ghidrometeoizdat. Moskova. 1953
188. Visher S.S. — Comparative Agricultural potentials of the worlds regions. Eco. Gogr. 1955
189. Venţkevici G. Z. — Agrometeorologhia, Ghidrometeoizdat, Leningrad. 1958
190. Vijk (von) W. R. — Physics of plant environment. Vegeningen, 1960.
191. Vitkevici V. I. — Agrometeorologhia, Ghidrometeoizdat, Moskova, 1955.
192. Waldleight C. H., W. A. Raney Herschfield D. M.—The Moisture Problem In Plant Environment and Efficience. Water USA Department of Agronoma Iowa State University Ames — Iowa, 1965
193. Wang Jen YU — Agricultural Meteorology, University of Wiscosin. Madison. Pacemaker Press. Milwaukee. Wiscosin. 1963
194. Weillé G.A. — The epidemiology of plant disease as considered with the scope of agrometeorology. Agric. Meteorol. Olanda. 1965
195. Williams C. M. — Livestock production in cold climates. Ground Level Climatology American Association for the advancement of science. Washington D.C. 1967
196. Zamfirescu N. şi colab. — Fitotehnia, Editura Agrosilvică, vol. 1, 2, Bucureşti. 1956
197. Yarwood C. E. — Microclimate and infection. În plant Pathology problems and progress. The Univ. of Wiscosin Press. Madison, 1959
198. * * * — What Causes legume sickness. Agricultural Research Service. US Dep. Agr. Washington, 1965
199. * * * — New materials and methods for water ressource management. A report. to the Commitee on public Works. Agricultural Research Service US, Dep. Agr. US Senate 87 Congr. 2nd Session. Coo. Print, nr. 6 Washington. 1962
200. * * * — Clima R.P.R. Institutul Meteorologic, vol. I şi II Bucureşti. 1962
201. * * * — Monografia geografică a Republicii Populare Române. Editura Academiei R.P.R. Bucureşti. 1960.

BCU IAŞI

Cuprinsul

Capitolul I. *Factorii meteorologici și importanța lor în agricultură* — N. Ciovică M. Stancu, O. Berbecel, Iulia Rogodjan, Maria Eftimescu, A. Doneaud 5
Atmosferă 5
Compoziția atmosferei 6
Densitatea aerului și presiunea atmosferică 7
Procesele adiabatice din atmosferă 8
Turbulența în atmosferă 9
Structura atmosferei 10
Radiația solară 11
Energia radiantă 12
Variațiile radiației solare 13
Radiațiile în atmosferă 14
Radiația solară directă și insolația 14
Radiația difuză 16
Radiația reflectată și cea absorbită 17
Albedoul suprafeței subiacente 17
Radiația efectivă 18
Bilanțul radiativ 21
Temperatura aerului 24
Procesele de încălzire ale atmosferei 25
Temperatura aerului și variațiile acesteia în timp 25
Variațiile periodice ale temperaturii aerului 26
Circuitul apei în natură 27
Importanța umezelii aerului pentru agricultură 28
Condensarea vaporilor de apă 30
Precipitațiile atmosferice 32
Principalele forme de precipitații 34
Variația precipitațiilor în timp 36
Repartiția precipitațiilor pe suprafața pământului 36
Vîntul 37
Prognoza stării timpului (noțiuni generale) 38
Serviciul de prevedere a timpului 43

Capitolul II. *Resursele climatice ale României și caracteristicile lor agroproductive.* O. Berbecel, N. Ciovică, Maria Eftimescu 46
Caracterizarea generală 46
Clima cîmpiilor 48

BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Clima litoralului maritim 51
Clima dealurilor şi podişurilor 52

Capitolul III. *Clima solului* — V. Jianu, Şt. Apetroaei, V. Ghiţescu, Ecaterina Gogorici 56
Temperatura solului 57
Factorii care influenţează asupra temperaturii solului 59
Proprietăţile termice ale solurilor 64
Propagarea fluxului de căldură în sol. Teoria fluxului de căldură 66
Variaţia zilnică a temperaturii solului 69
Variaţia anuală a temperaturii solului 69
Adîncimea de îngheţ a solului 73
Aerul din sol 77
Compoziţia aerului din sol. Capacitatea de aer a solului 77
Umiditatea solului 79
Mişcarea apei în sol 79
Mişcarea apei într-un sol nesaturat 80
Mişcarea apei în solurile saturate 81
Mişcarea apei în faza de vapori 82
Proprietăţile hidrofizice ale solului 82
Sursele de aprovizionare cu apă a solului 83
Relaţiile dintre sol-apă-plantă şi condiţiile meteorologice 83
Accesibilitatea apei pentru plantă 83
Cerinţele plantelor faţă de apă în cursul perioadei de vegetaţie 86
Consumul apei din sol 87
Consumul neproductiv, prin evaporarea apei din sol 87
Regimul hidrologic al solului 88

Capitolul IV. *Evapotranspiraţia* — O. Berbecel, Elena Socor N. Ciovică, V. Roşca 92
Factorii care influenţează evapotranspiraţia 94
Energia radiantă 94
Temperatura şi tensiunea vaporilor de apă din atmosferă 95
Gradul de aprovizionare cu apă a suprafeţei de evaporare. Mişcările aerului.
Particularităţile biologice ale plantelor 96
Intensitatea evapotranspiraţiei 98
Raportul dintre evaporaţie şi transpiraţie 98
Eficienţa folosirii apei de către plantă 99
Evaluarea evapotranspiraţiei potenţiale 101
Determinarea ETP cu diferite instalaţii 101
Determinarea ETP prin calcul 103
Măsuri practice pentru reducerea evapotranspiraţiei 112

Capitolul V. *Cerinţele principalelor culturi agricole faţă de condiţiile meteorologice.* — O. Berbecel, Maria Eftimescu, Iulia Rogodjean, V. Jianu Elena Socor 118
Culturi de cîmp 118
Grîul de toamnă 118
Perioada de la semănat la răsărit 119
Perioada de la răsărire la înfrăţire 120
Perioada de la înfrăţire la intrarea în iarnă 121
Perioada de la desprimăvărare la formarea paiului (împăierea) 128
Perioada de maximă creştere vegetativă şi formarea recoltei 128

Porumbul 130
Generalităţi 130
Perioada de la semănat la răsărit 131
Perioada de la răsărire la înflorire şi fecundare 133
Floarea-soarelui 137
Generalităţi 137
Perioada de la semănat la răsărit 143
Perioada de la răsărit la înflorit 143
Sfecla de zahăr 144
Generalităţi 144
Perioada de la răsărire pînă la creşterea rădăcinilor în greutate 144
Perioada de creştere a rădăcinilor în greutate 145
Culturi hortiviticole 146
Mărul 146
Părul 147
Vişinul 148
Prunul 148
Viţa de vie 148

Capitolul VI. *Clima cîmpului — fitoclima* — O. Berbecel, Elena Socor
Generalităţi 150
Microclima stratului de aer din vecinătatea solului 152
Distribuţia verticală a temperaturii aerului 152
Distribuţia verticală a umezelii aerului 154
Duistribuţia verticală a vitezei vîntului 155
Factorii care determină clima cîmpului 155
Proprietăţile fizice ale suprafeţei subiacente 155
Configuraţia şi orientarea terenului 156
Microrelieful pozitiv-microclima din jurul unei movile 156
Microrelieful negativ 158
Amestecul turbulent 159
Prezenţa bazinelor sau a altor surse de apă 160
Învelişul vegetal 160
Pătrunderea razelor solare în învelişul vegetal 161
Regimul termic, umiditatea şi mişcarea aerului în învelişul vegetal 161
Modificarea fitoclimatului prin irigări şi desecări 166
Studierea particularităţilor microclimatice în culturile de cîmp şi plantaţii pomiviticole 168
Organizarea cercetărilor microclimatice 169
Organizarea observaţiilor 170
Termenele observaţiilor 171
Durata observaţiilor microclimatice de teren şi timpul efectuării lor 172
Efectuarea observaţiilor 173
Înregistrarea şi prelucrarea primară a observaţiilor 173

Capitolul VII. *Fenomene meteorologice dăunătoare agriculturii* — O. Berbecel, Iulia Rogodjeàn, Elena Socor, V. Jianu, Maria Eftimescu, A. Doneand 176
Seceta 176
Tipuri de secetă şi cauzele ce le determină 176
Particularităţile fenomenelor de secetă în ţara noastră 178
Îngheţurile de primăvară şi toamnă 183
Cauzele producerii fenomenelor de îngheţ în ţara noastră 185
Schimbări ale caracteristicii îngheţurilor sub influenţa condiţiilor locale 186
Alţi factori care intensifică îngheţul 191
Metode de prevenire şi combatere a îngheţurilor 193
Măsuri practice înainte de plantare sau însămînţare 193

Măsuri prin care se urmărește atenuarea radiațiilor nocturne 193
Fumigație 193
Mijloace prin care se realizează creșterea temperaturii solului și a mediului ambiant 199
Mijloace mecanice (ventilarea aerului) 202
Organizarea lucrărilor de luptă împotriva înghețurilor 204
Vînturile puternice, furtunile de praf, eroziuni eoliene 207
Alte fenomene dăunătoare 209

Capitolul VIII. *Influența condițiilor meteorologice asupra bolilor și dăunătorilor de cultură.* — O. Berbecel, Elena Socor, Cornelia Iliescu, Iulia Rogodjan 211
Influența condițiilor meteorologice asupra apariției, dezvoltării și răspîndirii bolilor la plante 211
Bolile de origine criptogamică 212
Boli de natură virotică 219
Criterii de elaborare a prognozelor 221
Influența condițiilor meteorologice asupra dezvoltării și răspîndirii dăunătorilor 221
Influența condițiilor meteorologice asupra aplicării tratamentelor de combatere a bolilor și dăunătorilor 227

Capitolul IX. — *Criterii de evaluare și prognoză a stării de vegetație și a recoltelor* — O. Berbecel, M. Stancu, Iulia Rogodjan, Maria Eftimescu, V. M. Socor Elena 232
Prognoza condițiilor de vegetație ale plantelor 233
Prognoze agrometeorologice cu refaceri speciale la starea culturilor 233
Prognoza fazelor fenologice la flora spontană și cultivată 233
Grîul de toamnă 240
Porumbul 250

Capitolul X. — *Zoometeorologie* — O. Berbecel, Maria Eftimescu .. 257
Generalități 257
Diferențierele dintre animale și plante în raporturile lor față de mediu 258
Domenii de cercetare în zoometeorologie 259
Influența condițiilor meteorologice asupra proceselor fiziologice și productivității la animale 261
Schimbul de căldură între organism și mediul extern 262
Influența temperaturii asupra proceselor fiziologice 264
Noțiuni despre termoreglare 264
Transpirația 266
Rolul respirației în termoliză 267
Microclimatul și productivitatea animalelor 268
Generalități 268
Productivitatea animalelor în clima caldă 26
Mișcarea aerului 271
Productivitatea animalelor în clima temperată și rece 272
Influența condițiilor climatice asupra reproducerii la animale 276
Clima grajdurilor 277
Bibliografie 283

Universitatea Al. I. Cuza Iași
Biblioteca de Geologie-Geografie
Cota veche
Col. Jan.
Prețul
24,00 Lei

BCU IAȘI - DIGITAL LIBRARY

Redactor : ing. MARIA PLEȘA
Tehnoredactor : DUMITRU MAZILU

Dat la cules 02. 02. 1970. Bun de tipar 20. 08. 1970 Apărut 1970 Hîrtie tipar în. A/80 g/m² format 16/70×100 Coli editoriale 23,45 Coli de tipar 18,50 planșe 1 A 2840C C.Z. pentru bibliotecile mari 631.9 C.Z. pentru bibliotecile mici 631.92.

Tiparul executat sub comanda nr. 80
la Intreprinderea poligrafică „13 Decembrie 1918".
str. Grigore Alexandrescu nr. 89—97
București,
Republica Socialistă România

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY